



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E  
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**AYANE DE SOUZA PAIVA**

**PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA O ENSINO DE BIOLOGIA  
CELULAR: PENSAMENTO CRÍTICO E AÇÃO SOCIOPOLÍTICA  
INSPIRADOS NO CASO DE HENRIETTA LACKS**

Salvador  
2019

**AYANE DE SOUZA PAIVA**

**PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA O ENSINO DE BIOLOGIA  
CELULAR: PENSAMENTO CRÍTICO E AÇÃO SOCIOPOLÍTICA  
INSPIRADOS NO CASO DE HENRIETTA LACKS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Rosiléia Oliveira de Almeida

Coorientador: Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes-Neto

Salvador  
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Paiva, Ayane de Souza

Princípios de design para o ensino de biologia celular: pensamento crítico e ação sociopolítica inspirados no caso de Henrietta Lacks / Ayane de Souza Paiva. -- Salvador, 2019.

391 f. : il

Orientadora: Rosiléia Oliveira de Almeida.

Coorientador: Nei de Freitas Nunes-Neto.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) -- Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, 2019.

**AYANE DE SOUZA PAIVA**

**PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA O ENSINO DE BIOLOGIA  
CELULAR: PENSAMENTO CRÍTICO E AÇÃO SOCIOPOLÍTICA  
INSPIRADOS NO CASO DE HENRIETTA LACKS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela seguinte banca examinadora:

**Banca Examinadora**

**Bárbara Carine Soares Pinheiro:** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia  
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências

**Charbel Niño El-hani:** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia  
Doutor em Educação

**Karolina Martins Almeida e Silva:** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal do Tocantins  
Doutora em Educação

**Pedro Guilherme Rocha dos Reis:** \_\_\_\_\_  
Universidade de Lisboa  
Doutor em Didática das Ciências

**Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira:** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal de Uberlândia  
Doutor em Ciência, Tecnologia e Educação

**Rosiléia Oliveira de Almeida (Orientadora):** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia  
Doutora em Educação

**Nei de Freitas Nunes-Neto (Coorientador):** \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Grande Dourados  
Doutor em Ecologia

Dedido este trabalho a todas as pessoas que sonham e lutam por uma sociedade mais justa e pela não violência em qualquer âmbito.

## AGRADECIMENTOS

Sobre o significado de gratidão, o professor Dr. Antonio Nóvoa fez uma interessante análise, a partir dos três níveis de agradecimento do tratado de gratidão de S. Tomás de Aquino: o nível superficial – reconhecimento no plano cognitivo, o nível intermediário – dar graças a alguém por algum benefício, e o nível profundo – em que se estabelece um vínculo. Em inglês ou em alemão se agradece no nível mais superficial da gratidão, quando se diz *thank you* ou *zu danken*, se agradece no plano intelectual. Na maior parte de outras línguas europeias, se agradece no nível intermediário da gratidão, quando se diz *merci*, em francês, quer dizer dar uma graça, dar uma mercê por algo que foi concedido. Da mesma forma, *gracias*, em espanhol, e *grazie*, em italiano. E somente em português, é que se agradece com o nível mais profundo do tratado da gratidão. Dizemos obrigada ou obrigado, de modo ser estabelecido um vínculo e compromisso.

Gostaria de oferecer meu muito obrigada a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram em diferentes etapas deste trabalho, sendo essenciais para a concretização desta pesquisa, materializada neste produto, o relatório final da tese. Assim, fico obrigada e vinculada com vocês!

À Rosiléia, minha querida Rosi, minha orientadora que está comigo desde 2008, meu eterno muito obrigada. À Rosi, todo meu vínculo e afeto! Como costume dizer, sou muito privilegiada por ter encontrado Rosi em meu caminho, pois ela é uma das pessoas mais incríveis que conheci, uma educadora no sentido mais profundo deste termo. Rosi foi a pessoa que confiou no meu potencial desde uma época em que minha autoestima intelectual não era das melhores. Desde então, com seu jeito doce e sua disposição em formar, ela esteve me acompanhando e incentivando, sempre respeitando, de um jeito único, a minha autonomia pessoal e intelectual. Muito do que sou como pesquisadora, professora e pessoa, eu devo a você! Muito obrigada por tudo! Te amo!

Ao meu coorientador, Nei, por todo o auxílio intelectual, especificamente sobre filosofia moral, educação CTSA e questões sociocientíficas. Aprendi muito contigo e ainda sei que poderei aprender. Obrigada por tudo e principalmente por ter sido fundamental na minha vida de vegetariana em (des)construção. Pelos animais, pelo planeta e pela saúde.

À Ana Paula quero agradecer muito especialmente, pois foi a primeira pessoa com quem falei sobre a ideia de projeto de pesquisa e desde o primeiro momento recebi grande incentivo. Desde então, Paulinha colaborou em diversas etapas da pesquisa, investindo muitas horas em reuniões de estudo, de produção de materiais didáticos e de artigos. Além disso, Paulinha aplicou a intervenção didática desta tese na instituição de ensino da qual faz parte, sendo sua colaboração em cada processo imprescindível para o resultado desta investigação. Muito obrigada por tudo! Você foi essencial nesta jornada!

Ao Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências, meu amado GCPEC, um grupo ímpar, aconchegante, genuinamente colaborativo e muito afetuoso. Neste grupo destaque primeiramente, nossa coordenadora-diva, a professora doutora

Claudia Sepulveda, uma pessoa genuína, autêntica, verdadeira, apaixonada pelo que faz. Meu muito obrigada a esta mulher, feminista, antirracista, anti-LGBTfobia, por tudo que é e por ter sido e ser tão generosa. Sua generosidade e energia me guiaram e fizeram encontrar-me com minha pesquisa, pois desde o período da seleção até a análise dos resultados deste trabalho, você esteve diretamente envolvida. Te admiro e sou privilegiada por tê-la como amiga! Muito obrigada!

Preciso oferecer meu muito obrigada também a outras pessoas, membros deste grupo-família. Josebel, Mateus, Leidiene, Marco, Marília, Mariângela, Bruno, Lia. Seja com uma leitura de um texto meu, indicação de bibliografia, uma crítica, uma conversa amiga, um auxílio tecnológico, uma dançadinha de funk... Vocês me ajudaram demais e são muito importantes pra mim! O MT54 tem história pra contar!

Sou grata a toda a comunidade da Universidade Estadual de Feira de Santana da qual participei enquanto professora do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, por proveitosos quatro anos. Meu muito obrigada a todas as pessoas com as quais pude aprender neste período, minhas e meus colegas de departamento, funcionárias queridas e especialmente todas e todos as/os estudantes que tive o prazer de compartilhar inúmeras aulas, orientações e diversas conversas. Muito obrigada, pois direta ou indiretamente vocês participaram da construção deste doutorado. Eu sou porque nós somos! Ubuntu!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC) – UFBA/UEFS, constituído por estudantes, docentes e demais funcionárias e funcionários. Agradeço especialmente às professoras Bárbara Carine Soares Pinheiro e Dália Melissa Conrado, por serem excelentes professoras e pessoas admiráveis. Sou grata também aos professores Jonei Cerqueira, Edilson Morandillo e Nei Nunes-Neto, pois marcaram positivamente minha formação, ensinando-me, dentre outras coisas, muito sobre dedicação, compromisso e afetividade. Meu muito obrigada também a funcionária Ana Lúcia e ao funcionário Marcos Paulo, da secretaria do programa, por serem pessoas dedicadas e solícitas nas necessidades que tive durante o curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Camaçari, que abriu as portas para que esta pesquisa pudesse ser concretizada. Sou grata a todas as funcionárias e funcionários da instituição, sendo que agradeço especialmente às professoras Ana Paula Guimarães (professora de biologia) e Elisa Cristina de Barros Casaes (diretora de ensino) e aos professores Alessandro Eduardo de Almeida Sousa (professor de biologia) e Valencastro Pereira Vilas Boas Junior (coordenador de área de ciências naturais e exatas). Sou grata também a Lara Barreto, servidora do Departamento de Seleção de Estudantes que produziu e forneceu um relatório com dados do contexto socioeconômico das/os estudantes do instituto. Meu muito obrigada mais que especial ofereço a todas/os as/os estudantes que participaram deste trabalho. Obrigada por tudo! Contem comigo sempre!

À minha família, constituída por Marise (mainha), Alberto (filinho) e Andreyra (minha queri), por estarem sempre comigo, em qualquer circunstância. Muito obrigada!

Às minhas amigas que o PPGEFHC me trouxe, Ana Caroline (*my person*) e Tatiana Andrade (tatilinda), por todo amor e dedicação compartilhados. Nossa aliança é

muito importante, pois sabemos que podemos contar umas com as outras sempre, seja na carreira acadêmica-profissional, seja em qualquer outra área da vida. Ainda bem que a gente tem a gente! Muito obrigada por tudo!

Às minhas amigas e aos meus amigos que, de diferentes formas, contribuíram, em alguma medida, para a realização deste trabalho. Muito obrigada Danilo Nascimento, Tiago Carmo, Grasielle Sousa, Manuela Tereza, Erica Lima, Rafael Bonfim, Walter Cerqueira, Luã Tainã, André Moreira, Joelson Onofre, Rosane Gueudeville, Valter Forastieri, Helaine Iolanda, Camila Silva, Ederlan Ribeiro, Teresa Brasil, Verônica Franco, Paula Angélica e Márcia de Oliveira. Vocês são muito importantes pra mim!

À Anna Cássia e Cássia, por terem me ajudado no processo louco da produção de ferramentas de análise de parte dos resultados desta pesquisa. Vocês me salvaram nos momentos de milhares de interrogações! Muito obrigada!

À todas as pessoas que participaram do processo de validação da sequência didática empreendida e analisada nesta tese e das ferramentas analíticas utilizadas para parte dos dados empíricos nesta pesquisa. Muito obrigada!

À professora Bárbara Carine e aos professores Charbel El-hani e Pedro Reis, por aceitarem participar da banca de defesa da tese. O olhar de vocês tem sido essencial no processo de aperfeiçoamento deste trabalho desde a qualificação e em diferentes contextos, como conversas no grupo do laboratório, com o professor Charbel, ou em diálogos em redes sociais e atividades acadêmicas, com a professora Bárbara, e por artigos e capítulos de livros aos quais tive acesso pelo professor Pedro. À professora Karolina Silva e ao professor Roberto Dalmo que aceitaram com prontidão e entusiasmo participar desse momento importante de avaliação da pesquisa. Muita gratidão pela disponibilidade, sensibilidade e rigor que vocês tiveram com este processo formativo e com o produto da tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelos importantes 6 meses de bolsa concedida.



*“O sonho é um tempo onde as mina não tenha que ser tão forte!”*

Mãe - Emicida

*“Questions of science*

*Science and progress*

*Don't speak as loud as my heart”*

The scientist – Coldplay

## RESUMO

Partindo da problemática de que o ensino de biologia celular tem sido realizado de modo cientificista e conceitualista, com pouco ou nenhum espaço para a discussão histórica, epistemológica e axiológica da ciência, esta pesquisa buscou desenvolver, a partir da fundamentação filosófica freireana, da perspectiva educacional Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente e do uso de Questão Sociocientífica, uma proposta de ensino – com princípios de design generalizáveis – que promova o debate sobre um problema ético de alterações negativas, focalizando racismo, sexismo e opressão de classe. Tais alterações negativas são reveladas de modo substancial no caso de Henrietta Lacks - mulher, negra e pobre que teve as células do colo do útero utilizadas para pesquisas sobre câncer sem seu conhecimento e consentimento no contexto de leis segregacionistas, na primeira metade do século XX, nos Estados Unidos. Não são raras as pesquisas que evidenciam a ausência de abordagens escolares que discutam ética, ao passo que muitos estudos ressaltam a importância de se acionar este tipo de discussão para o pensamento crítico (PC) discente. Deste modo, este trabalho teve por objetivo investigar princípios de design de uma Sequência Didática (SD) sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ação sociopolítica (ASP) por estudantes do Ensino Médio (EM). Mais especificamente, objetivamos: a) analisar abordagens de biologia celular propostas para o ensino médio, por meio de uma revisão das experiências didáticas relatadas na literatura especializada; b) analisar formas de alteração pautadas na articulação entre racismo, sexismo e opressão de classe presentes no caso do uso das células de Henrietta Lacks; c) desenvolver princípios de design de uma SD sobre biologia celular, para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões, com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM, d) analisar as implicações do processo de validação prévia de uma SD sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento da pesquisa de design educacional empreendida, e e) investigar princípios de design para o ensino de mitose e câncer de uma SD que visa promover capacidades de PC e de proposição de ASP. A partir de um trabalho colaborativo e adotando uma abordagem qualitativa, desenvolvemos esta investigação fundamentada na Pesquisa de Design Educacional, contemplando a fase preliminar, em que ocorre a análise do contexto e das necessidades, o desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura e no conhecimento docente, sistematizados por meio das respostas aos objetivos específicos *a*, *b* e *c*. Desenvolvemos também a fase de prototipagem, por meio do desenho da intervenção didática, da validação da mesma por docentes de biologia e feministas e pela investigação dos princípios de design, contemplando os objetivos *d* e *e*. Assim, foi realizado um ciclo de prototipagem com avaliação formativa para o aperfeiçoamento da intervenção, por meio do qual analisamos as potencialidades e os limites dos princípios de design testados empiricamente, no contexto real de sala de aula do Ensino Médio, do Instituto Federal da Bahia, Campus Camaçari. Esta investigação foi conduzida por meio da análise sobre o alcance das expectativas de ensino planejadas, a partir do uso de quatro ferramentas analíticas específicas: análise interacionista do grupo focal, análise crítica do discurso, ferramenta analítica sobre desenvolvimento das capacidades de PC e ferramenta analítica sobre elaboração de propostas de ASP. Os resultados apontam um conjunto de evidências que indicam a validade dos três princípios de design investigados. Contudo, para cada princípio de design e suas expectativas foram elencados alguns modos de aperfeiçoamento das práticas de ensino para melhor atender às expectativas apostadas, visando a iteração em estudos futuros. Esperamos que nossa pesquisa contribua para o ensino de biologia articulado com a educação das relações étnico-raciais, promotora de equidade de gênero e comprometida com transformações sociais positivas.

**Palavras-chave:** ensino de biologia celular; pesquisa de design educacional; pedagogia crítica freireana; Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente; Questões Sociocientíficas; ética.

## ABSTRACT

Starting from the problematic that the cell biology teaching has been developed with an excessive emphasis on concepts and also flirting with scientism, with little or no space for the historical, epistemological and axiological discussions on science, this research sought to develop, from the Freirean philosophical grounds, a Science-Technology-Society-Environment educational perspective and the use of Socio-Scientific Issues, a teaching proposal - with generalizable design principles - that promotes the debate about an ethical problem of negative othering, focusing on racism, sexism and class oppression. Such negative othering processes are revealed substantially in Henrietta Lacks' case – the case of a black and poor woman who had cervical cells used for cancer research without her knowledge and consent in the context of segregationist laws in the first half of the twentieth century, in the United States of America. Researches that evidence the absence of school approaches that discuss ethics are not uncommon, while many studies emphasize the importance of triggering this type of discussion for student critical thinking. Thus, this work aimed to investigate the design principles of a teaching sequence about mitosis and cancer, inspired by the history of Henrietta Lacks, designed to promote critical thinking skills and the proposition of sociopolitical action by high school students. More specifically, we aim: a) to analyze cell biology approaches proposed for High School, through a review of the didactic experiences reported in the specialized literature; b) to analyze forms of othering based on the articulation between racism, sexism and class oppression present in the Henrietta Lacks' case; c) to develop design principles of a teaching sequence about cell biology, in order to mobilize content in different dimensions, with the objective to promote critical thinking skills and the proposition of sociopolitical action by high school students; d) to analyze the implications of the previous validation process of a teaching sequence on mitosis and cancer, by biology teachers and feminists, for the development of an Educational Design Research, and e) to investigate design principles for the teaching of mitosis and cancer of a teaching sequence that aims to promote critical thinking skills and sociopolitical action. From a collaborative work and adopting a qualitative approach, we developed this research based on the Educational Design Research, encompassing the preliminary phase, in which we carry out analyzes on the context and the needs, the development of a conceptual framework based on literature and teacher knowledge, systematized through the answers to the specific objectives *a*, *b* and *c*. We also developed the prototyping phase, through the design of the didactic intervention, the validation of the same by biology teachers and feminists and the investigation of the design principles, encompassing the objectives *d* and *e*. Thus, a prototyping cycle was carried out with formative evaluation for the improvement of the intervention, through which we analyzed the potentialities and the limits of empirically tested design principles in the real context of the High School classroom of the Instituto Federal da Bahia, Campus Camaçari. This research was conducted by analyzing the reach of planned teaching expectations, using four specific analytical tools: focus group interactional analysis, critical discourse analysis, analytical tool on the development of critical thinking skills, and an analytical tool on the elaboration of proposals of sociopolitical action. The results point to a set of evidences that indicate the validity of the three design principles investigated. However, for each design principle and its expectations, some ways of improving teaching practices were listed to better meet the expectations that were expected, aiming at iteration in future studies. We hope that our research could contribute to the teaching of biology articulated with the education of ethnic-racial relations, and the promotion of gender equity and positive social transformations.

**Keywords:** cell biology teaching; educational design research; Freirean critical pedagogy; Science-Technology-Society-Environment; Socio-scientific issues; ethics.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC - Análise de Conteúdo

ACD - Análise Crítica do Discurso

AL - Alcance

ANACITO - Associação Nacional de Citotecnologia

ASP - Ação sociopolítica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

COI - Comitê Olímpico Internacional

CoPPEC - Grupo de Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica

CPA - Conceitual, Procedimental e Atitudinal

CTSA - Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

EJA - Educação de Jovens e Adultos

EM - Ensino Médio

EnCiMa - Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática

ENEBIO - Encontro Nacional de Ensino de Biologia

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ESP - Programa Escola Sem Partido

GCPEC - Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências

HFSC - História, Filosofia e Sociologia da Ciência

HIV (em inglês) - Vírus da imunodeficiência humana

IAC - International Academy of Cytology

IENCI - Revista Investigações em Ensino de Ciências

IFBA - Instituto Federal da Bahia

INCA - Instituto Nacional do Câncer

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LEFHBio - Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia

LGBT - Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais ou Transgêneros

MCE - Materiais Curriculares Educativos

NAL - Não alcance

PC - Pensamento Crítico

PL - Projeto de Lei

PLS - Projeto de Lei do Senado

QSC - Questões Sociocientíficas

SBEnBio - Associação Brasileira de Ensino de Biologia

SD - Sequência Didática

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDC - Textos de Divulgação Científica

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNIRIO - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

VIII EREBIO - VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia

15º SNHCT - 15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1. Implicações e caminhos para e sobre a pesquisa .....	16
2. Contextualização teórica e objetivos da pesquisa.....	19
3. Aspectos metodológicos gerais.....	26
4. Trabalho colaborativo, questões éticas e organização do relatório de pesquisa .....	35
Referências.....	40
<b>CAPÍTULO I BIOLOGIA CELULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO MÉDIO</b>	<b>49</b>
Resumo .....	49
INTRODUÇÃO.....	50
ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
REFERÊNCIAS .....	76
<b>CAPÍTULO II ALTERIZAÇÕES NEGATIVAS E O PROBLEMA DA DESCONSIDERAÇÃO MORAL: O CASO DE HENRIETTA LACKS E O ENSINO DE BIOLOGIA</b>	<b>84</b>
Resumo .....	84
Introdução.....	85
Alterização negativa como problema ético de desconsideração moral.....	90
Henrietta Lacks: a heroína negra não celebrada pela medicina e suas células HeLa.....	95
Implicações para o ensino de biologia .....	105
Considerações finais .....	110
REFERÊNCIAS .....	110

<b>CAPITULO III MITOSE E CÂNCER NA PERSPECTIVA CTSA: PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA PROMOÇÃO DE PENSAMENTO CRÍTICO E DE AÇÃO SOCIOPOLÍTICA</b>	<b>116</b>
Resumo .....	116
INTRODUÇÃO.....	117
CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	121
A PESQUISA DE DESIGN EDUCACIONAL COMO <i>FRAMEWORK</i> METODOLÓGICO .....	126
UMA PROPOSTA COM CINCO PRINCÍPIOS DE DESIGN .....	129
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	147
REFERÊNCIAS .....	147
<b>CAPITULO IV PROCESSO QUALITATIVO DE VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MITOSE E CÂNCER ARTICULADA A UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA: CONTRIBUIÇÕES DE DOCENTES E FEMINISTAS</b>	<b>155</b>
Resumo .....	155
INTRODUÇÃO.....	156
ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS.....	158
ASPECTOS GERAIS SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NUMA QSC .....	162
O PROCESSO DE VALIDAÇÃO PRÉVIA.....	169
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	176
REFERÊNCIAS .....	177
<b>CAPÍTULO V PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA O ENSINO DE MITOSE E CÂNCER: A PROMOÇÃO DE PENSAMENTO CRÍTICO E A PROPOSIÇÃO DE AÇÕES SOCIOPOLÍTICAS POR MEIO DE DEBATES ÉTICOS</b>	<b>180</b>
Resumo .....	180
INTRODUÇÃO.....	181
PERCURSO METODOLÓGICO .....	188
Referencial teórico-metodológico: pesquisa de design educacional.....	188
Trabalho colaborativo, contexto de pesquisa e questões éticas .....	191

Procedimentos de produção e análise de dados .....	195
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	206
Uso didático de uma QSC com caso real.....	206
Ensino explícito de ética .....	229
Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire .....	242
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	263
REFERÊNCIAS .....	267
CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....	277
REFERÊNCIAS COMPLETAS .....	285
APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA DOCENTES .....	305
APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA FEMINISTAS .....	317
APÊNDICE C - ROTEIRO COM QUESTÕES PARA GRUPO FOCAL .....	328
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES MAIORES DE IDADE .....	330
APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES MENORES DE IDADE .....	332
APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A DIRETORA DE ENSINO.....	334
APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O COORDENADOR DE ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS.....	336
APÊNDICE H – CASO DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA .....	338
APÊNDICE I – TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COM ROTEIRO DE DISCUSSÃO UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	341
APÊNDICE J – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	361
APÊNDICE K – MAPAS DE ATIVIDADES.....	371
APÊNDICE L – QUADRO COMPLETO DE EXPECTATIVAS DE ENSINO .....	380
APÊNDICE M – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS .....	383



## INTRODUÇÃO

### 1. Implicações e caminhos para e sobre a pesquisa

Não são necessários estudos sobre alterização, filosofia moral, sociologia de Marx, teoria crítica ou nenhuma outra abordagem acadêmica para sentir a dor do que é ser da e estar na periferia. As pessoas que precisam morar nesses locais sofrem muitas formas de opressão, de modo que as opressões de gênero e de raça são cruelmente vividas, além da própria opressão por estrato socioeconômico já inerente ao contexto. Sentimos, mas poucas vezes compreendemos. Essa falta de compreensão se dá porque todas as formas de marginalização que sofremos são naturalizadas, como sendo algo que teria e tem que acontecer, processos que - hoje entendidos por mim com mais nitidez – estão associados à ideologia socioeconômica dominante neoliberal, de viés meritocrático<sup>1</sup>.

Só sabe o que é viver à margem quem vive. Assim como só sabe o que é racismo de verdade quem é negrx<sup>2</sup> e só sabe o que machismo com tanta profundidade quem é mulher. Na periferia somos privadx de tudo, de educação, de

---

<sup>1</sup> A meritocracia é entendida aqui como um sistema social em que os recursos ou recompensas que cada indivíduo poderá possuir dependem exclusivamente do esforço individual destes, de seus méritos. A meritocracia congrega em si um conceito individualista: o mérito, tal como é entendido hoje em dia, é sempre causa e efeito de uma ação individual, um ato isolado no complexo concerto das relações sociais (SILVA, 2017). No sistema social e econômico vigentes, em que há intensas desigualdades de classe, racismo estrutural e desigualdades de gênero, por exemplo, a meritocracia além de ser, em termos práticos, impossível, é injusta do ponto de vista ético. “É justamente esse modelo [...] o responsável por perpetuar as distorções que estão na base da teoria da meritocracia, cuja natureza individualista projeta, na sociedade, seu potencial discriminatório e excludente. Na verdade, o que se tem nesse modelo é justamente o inverso do que ele prega e sugere: uma *concorrência desigual*, que se institui a partir de diferenças construídas socialmente” (SILVA, 2017, p. 1212).

<sup>2</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que inevitavelmente abarca concepções ideológicas. A construção da relação entre identidade de gênero e língua extrapola a dimensão propriamente linguística (fonológica, morfossintática, lexical e textual), incluindo práticas linguísticas mais amplas (SEVERO, 2015), associadas intimamente à sociolinguística. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*, 2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

lazer, de saúde, de transporte, de segurança, e essa privação se dá intencionalmente, já que o acesso de qualidade a tudo isso está centralizado e, portanto, distante, no sentido espacial, simbólico e material. Estar à margem envolve não só privações físicas, mas também de cunho emocional e psicológico. Conflitos emocionais, por exemplo, podem ter como consequência a negação da origem e vivência, por conta de uma não aceitação da realidade. Essas questões podem parecer sem importância aos olhos das pessoas privilegiadas, pois, por não terem noção do que é viver à margem, a cegueira social se instala. Daí a ideia de que o privilégio cega.

A minha vivência de tantos conflitos, inseguranças, privações e falta de acessos, a exemplo de gastar o dobro ou triplo do tempo para realizar a leitura de um texto pelo barulho de sons das ruas (que explicam a privação de lazer) ou pelo temor do perigo dos tiroteios, bem como o fato de ser mulher periférica e viver duas opressões cruéis conjuntas, somados à leitura do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks” (SKLOOT, 2011), em 2013, me trouxeram a este trabalho de investigação. A leitura do livro foi arrebatadora. Mesmo em tempo de escrita da dissertação de mestrado, fiquei muito fascinada pela história desta mulher, negra e pobre que, sem seu conhecimento e consentimento do uso das suas células do colo do útero para pesquisas sobre câncer, mudou a história das ciências biomédicas e também da humanidade.

Meu desejo – ainda que com pouquíssima apropriação sobre educação crítica via ação sociopolítica – era fazer essa história – que não conheci na minha graduação, por exemplo – chegar ao chão da escola pública e propiciar alguma compreensão sobre a contradição das relações opressoras instauradas na sociedade. Eu considerava que compreender as opressões pode ser libertador e conhecer os modos de produção – em termos axiológicos - do conhecimento científico é também muito formativo. Além disso, ressalto que é papel de toda docente abordar questões ligadas a opressões com vistas a uma formação crítica, engajada e ao desenvolvimento de valores morais, como empatia.

Assim, a vivência na periferia, as desigualdades de gênero e de classe que vivi/vivo e as desigualdades raciais existentes somadas à leitura do livro e a identificação com a história de Henrietta Lacks, que se assemelha a histórias de diversas pessoas e, de modo mais acentuado, mulheres pobres e, mais cruelmente, mulheres negras, me trouxeram a esta tese. Mas, não apresento apenas minhas

motivações de como cheguei até este trabalho, ressalto também aqui como o processo de doutorado me implica e transforma politicamente. Por meio deste trabalho me envolvi intensamente com o movimento feminista e encontrei nele sentido de luta, afetividade e conforto. Além disso, por vias deste trabalho tenho também ampliado minha consideração moral aos animais não-humanos e tenho compreendido a interligação entre as opressões.

Importante situar que o desenvolvimento deste trabalho se dá no contexto da execução de um golpe político, materializado com o *impeachment* da então presidenta Dilma Rousseff, em 2016, e no contexto de movimentos sociais e políticos, como o Programa Escola Sem Partido (ESP), que buscam limitar e controlar as ações docentes, desautorizando a discussão de temas sociais e políticos diversos – como o debate sobre gênero e sexualidade, por exemplo -, de modo a institucionalizar a punição para docentes que fogem aos critérios estabelecidos pelo programa.

Este movimento social, existente desde 2004, se transformou no Projeto de Lei (PL) n.º 867, de 2015, e se articula a outros PL (por exemplo, PL 7180/2014, PL 7181/2014, PL 1859/2015, PL 5487/2016, PL 867/2015 e PL 1411/2015) que se estendem da esfera municipal à federal e ameaçam a educação escolar, ao reforçar a educação acrítica e descontextualizada e criminalizar a prática docente. O referido movimento tem tido força de lei em alguns municípios e estados brasileiros, de modo que os mesmos têm adotado o programa como organizador curricular de suas escolas.

Em novembro de 2017, a pedido do autor, o Projeto de Lei do Senado (PLS) n.º 193/2016, que pretendia incluir o programa “Escola sem Partido” na lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), foi retirado de pauta e arquivado, por ser considerado inconstitucional. Se no Senado Federal, o PLS n.º 193 foi arquivado, na Câmara dos Deputados, seis projetos de lei tramitam anexados ao PL 7180/14: PL 867/15, PL 7181/14, PL 6005/16, PL 1859/15 e PL 5487/16. Também tramita o mais recente PL 8933/2017, que visa alterar a LDB, para dispor que o ensino sobre educação sexual somente seja ministrado mediante autorização dos pais ou responsáveis legais. Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem garantido muitas proposições do ESP, de modo que temas como diversidade sexual e de gênero e a problemática do racismo são ocultadas das recomendações.

No contexto do regime de exceção que se instalou no Brasil desde o golpe e a prisão arbitrária e sem provas do ex-presidente Lula, o país tem passado por uma ascensão do fascismo, materializada no contexto de candidatura e eleição para presidência do deputado federal Jair Messias Bolsonaro. O atual presidente, um ex-militar, tem discursos explicitamente machistas, racistas, xenofóbicos, LGBTfóbicos<sup>3</sup> e é profundamente antidemocrático, de modo que fez e faz apologia à tortura e à ditadura. Tais discursos têm legitimado, mesmo antes de sua vitória nas urnas - em outubro de 2018 - inúmeras formas de violência a pessoas negras, mulheres, comunidade de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais ou Transgêneros (LGBT), dentre outras minorias. Um exemplo disto foi o assassinato a facadas do mestre de capoeira Romualdo Rosário da Costa, conhecido como Moa do Katendê, crime motivado por Moa ter informado ao assassino que era contra a presidência de Jair Bolsonaro. Trinta anos após o fim de uma ditadura que durou 21 anos, o Brasil consagra novamente um estado de exceção, autoritário e despótico, sustentado agora na legalidade de uma eleição supostamente democrática.

Como um trabalho que visa transformação social a partir do debate explícito sobre questões que envolvem opressão de gênero, raça e classe, bem como debates sobre aspectos axiológicos da produção do conhecimento científico e das tecnologias biomédicas, esta é uma pesquisa que se insere na subversão política, ética e ideológica ao sistema político educacional hegemônico. Assim, esta pesquisa é apresentada não apenas como um trabalho acadêmico, mas um trabalho de ativismo político em educação e em ensino de ciências.

## 2. Contextualização teórica e objetivos da pesquisa

No campo das pesquisas em ensino de biologia, temos avançado em termos de mudanças importantes nas últimas décadas, levando à adoção de perspectivas crítico-reflexivas (KRASILCHIK, 2000), o que pode contribuir para uma formação que

---

<sup>3</sup> O termo LGBTfobia consiste nas diferentes formas de abusos, discriminações, ódio e exclusão associadas a diversas formas de violência que pessoas lésbicas, gays, bissexuais e transexuais podem estar submetidas. Tal submissão está associada às relações de poder impostas pela hegemonia da heteronormatividade, ou seja, a produção e reafirmação compulsórias da norma heterossexual (LOURO, 2009). A sigla LGBT, de Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transexuais, é limitada, por não abarcar a diversidade de expressões de identidade sexual e de gênero, mas a utilizamos como representação para esta diversidade sexual.

visar autonomia e emancipação<sup>4</sup>, em termos freireanos (FREIRE, 1996, 2017). Porém, no ensino de biologia celular, questões éticas são pouco abordadas, sendo o ensino realizado predominantemente de modo cientificista<sup>5</sup> e conceitualista<sup>6</sup>, com pouco ou nenhum espaço para a discussão histórica, epistemológica e axiológica da ciência (PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2015, 2018). Nesse sentido, tem-se uma lacuna na prática educativa em biologia, não se dando a devida atenção aos conteúdos valorativos que envolvem aspectos para além dos conteúdos conceituais e procedimentais de aspectos unicamente biológicos. Como consequência, a ciência pode ser vista como uma produção isenta de questões sócio-históricas, éticas e políticas.

Urge promover uma educação científica para o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico, de modo que os discentes percebam as relações entre as ciências biológicas e a sociedade e se posicionem em diferentes problemáticas sociais. Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, a partir das ideias de Robert H. Ennis, a compreensão do Pensamento Crítico (PC) como uma forma de pensamento racional, reflexivo e focalizado na decisão sobre o que acreditar e/ou o que fazer. Nesse sentido, “um pensador crítico deve não só ser capaz de avaliar a força das razões, para agir numa determinada direcção, com base em princípios, mas também estar disposto a fazê-lo” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 177). O conjunto de disposições do PC relaciona-se com uma tendência, compromisso ou inclinação para agir, incluindo: procurar estar bem informadx, utilizar e mencionar fontes credíveis, procurar razões e alternativas, ter abertura de espírito, buscar precisão (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013), apresentar razões para uma posição, formular e justificar conjecturas, argumentar e contra-argumentar e decidir uma ação (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

---

<sup>4</sup> A formação para a autonomia e emancipação, em Freire (1996, 2017), parte da compreensão de que, o ser humano, tendo consciência do seu inacabamento, assume-se como ser social e histórico. Por meio dessa compreensão ocorre a passagem da heteronomia para a autonomia, que implica na própria emancipação, em que as pessoas reinventam-se por meio da criticidade na desconstrução de valores, discursos e práticas envolvidos nas condições de opressão.

<sup>5</sup> Entendemos cientificismo como uma crença exagerada no poder da ciência, por meio de uma ideia hegemônica de que a mesma é permeada por valores, discursos e práticas apenas benéficos, de modo que o conhecimento científico é visto como único verdadeiro sobre a realidade (COBERN; LOVING, 2001; CHASSOT, 2003).

<sup>6</sup> O foco único na memorização de conceitos é entendido por Conrado e Nunes-Neto (2018) como conceitualismo, em que há o “predomínio de exposição, pelo professor, e memorização, pelos estudantes, de fatos, termos e definições científicos, os quais são assumidos como o verdadeiro objeto da educação, em detrimento de aprendizagem de valores, normas e atitudes” (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 78-79).

Na prática docente, é importante em termos de relevância e complexidade a busca de relações entre ciência e ética (KAWASAKI, 2005). Bryce e Gray (2004) apontam para uma lacuna nas salas de aula de ciências, tendo em vista que os discentes não têm o hábito de discussão sobre questões éticas. O trabalho de Razera e Nardi (2006) apontou que pesquisas em ensino de ciências no Brasil mostravam a ausência da abordagem de questões éticas e revelavam que há uma valorização de aspectos cognitivos referentes à construção e ao desenvolvimento do conhecimento (RAZERA; NARDI, 2006), sendo que assuntos relacionados à construção e evolução moral dos estudantes eram negligenciados (RAZERA; NARDI, 2006, 2010). Tal quadro se torna anacrônico na medida em que a biologia vem trazendo implicações éticas profundas para a sociedade (RAZERA; NARDI, 2006). Mesmo sendo ainda um tema raro na educação científica, recentemente, trabalhos da área de ensino de ciências têm dado papel central a questões éticas, através de propostas e implementação de iniciativas em sala de aula (ver, por exemplo, FRAGA; BORGES, 2010; CONRADO, 2013, 2017; CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2015; SANTOS; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Lima e Ghedin (2009) sugerem que conteúdos de ética estejam explicitamente presentes no ensino de ciências, pois contribuem para a formação cidadã<sup>7</sup>. Este ensino explícito de ética possibilita o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico sobre ações sociais realizadas pelos estudantes (GUIMARÃES; CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). Ademais, a ética, como parte da filosofia moral, auxilia em habilidades de pensamento e comunicação, como crítica, questionamento e argumentação lógica (SKORUPSKI, 2009). Adotamos neste trabalho a perspectiva de que há três importantes e distintas tradições na filosofia moral, a saber, a ética deontológica, a ética consequencialista (incluindo a ética pragmática e a ética utilitarista) e a ética das virtudes<sup>8</sup> (BONJOUR; BAKER, 2007; WARBUTON, 2007; BECKERT, 2012).

---

<sup>7</sup> Compartilhamos da crítica de Ivo Tonet (2012) sobre os modismos pseudo-progressistas que tomam a cidadania por si só, ou como sinônimo de emancipação ou como o ponto de chegada da prática educativa e da luta político-social. A cidadania, quando integrada à lógica elitista dominante em seus discursos, práticas e valores, reforça toda sorte de desigualdade social e injustiça ambiental. Compreendemos que a formação cidadã requerida na educação científica deve representar elemento político que vise não equilibrar as desigualdades, mas sim erradicá-las, através de ações sociopolíticas responsáveis. Assim, concordamos com Krasilchik (2000) de que essa formação para a cidadania seja na perspectiva de uma preparação para pensar lógica e criticamente e, assim, para tomar decisões informadas e responsáveis.

<sup>8</sup> Tais perspectivas em ética são explicadas no capítulo III, que versa sobre a elaboração dos princípios de design.

Como uma possibilidade de superar a educação acrítica e fragmentada temos considerado a contextualização no ensino de ciências e biologia pela educação sobre as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Esta perspectiva educacional, em suas diferentes vertentes (ver PEDRETTI; NAZIR, 2011), se contrapõe ao modelo hegemônico de educação, o qual tem tratado os objetos de ensino de forma fragmentada e desconexa (PÉREZ; LOZANO, 2013). Tal perspectiva visa uma articulação entre os domínios CTSA de modo a colaborar para uma formação integral e crítica, tendo como princípios gerais a formação para capacidade de análise, síntese e avaliação de informações criticamente, a compreensão da natureza da ciência, a interligação entre ciência e ética e a tomada de decisão informada (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

A partir da perspectiva educacional CTSA, propomos um ensino que acione, como ferramenta didática, Questões Sociocientíficas (QSC), já que estas ajudam no desenvolvimento moral e cognitivo, oportunizando o crescimento epistemológico do conhecimento referenciado, o que contribui para o reconhecimento de que as decisões que enfrentamos envolvem consequências para a qualidade social e ambiental (ZEIDLER *et al.*, 2005). QSC, enquanto ferramenta de ensino, são problemas ou situações controversos e complexos que permitem uma abordagem contextualizada e interdisciplinar dos conteúdos, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para essas questões, embora também sejam relevantes os conhecimentos em história e filosofia, especialmente em ética, para lidar com tais problemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). O ensino nesta perspectiva preconiza dimensões éticas da ciência, o raciocínio moral e o desenvolvimento emocional dos estudantes (ZEIDLER *et al.*, 2002), aspectos que podem ser estimulados via resolução de problemas, compreensão de casos reais e hipotéticos, avaliação de situações com tomada de decisão e argumentação.

Nesse sentido, reconhecendo a complexidade da prática educativa, visamos atingir objetivos que coadunam com uma formação ampla, ao propor que o ensino de biologia contemple as dimensões conceituais (perspectiva epistemológica), procedimentais (relacionada à aplicação de métodos) e atitudinais (campo axiológico, principalmente ético-político) dos conteúdos (ZABALA, 1998; CONRADO; NUNES-NETO, 2015).

Consideramos que há necessidade de contextualização no ensino de biologia, no que se refere aos conteúdos conceituais microscópicos, como os relacionados à célula, pois trazê-los para a realidade dos estudantes pode ser difícil, sendo importante a problematização, fazendo referências a acontecimentos do campo social mais amplo (LOPES *et al.*, 2005). Daí a importância da perspectiva humanística no ensino de ciências, que se refere à discussão sobre valores, a partir do debate sobre aspectos sociais e culturais da ciência, e ao caráter humano da ciência, revelado através de sua história (MATTHEWS, 1992; EL-HANI, 2006; AIKENHEAD, 2006). Nesta pesquisa, temos apostado numa contextualização por CTSA (SANTOS; MORTIMER, 2002; PEDRETTI; NAZIR, 2011; PÉREZ; LOZANO, 2013), a partir do uso de QSC (ZEIDLER *et al.*, 2005; CONRADO *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2016; SOUZA; PAIVA; NUNES-NETO, 2016; CONRADO, *et al.*, 2016), visando formação para ação sociopolítica (ASP) (HODSON, 2004; 2013; REIS, 2013) no contexto do ensino de biologia.

Assim, para atender à necessidade educacional ligada à formação mais integral e crítica dos discentes, optamos – como aporte filosófico - pela pedagogia crítica de Paulo Freire (1992, 2017), que se opõe a uma concepção ingênua de educação, sustentada em um modelo ideológico para a manutenção do *status quo* na sociedade do capital. Propomos, assim, uma educação científica para ASP, visando mudança da realidade social desigual (SANTOS, 2008).

Reis (2013) defende que as controvérsias sociocientíficas que afetam a nossa sociedade exigem o envolvimento de docentes e estudantes em iniciativas ASP bem fundamentadas. A ASP implica práticas educativas fortemente centradas nos alunos e em problemas socialmente relevantes, sendo que as atividades se baseiam em buscas concebidas e realizadas pelos próprios estudantes, por meio de discussões focadas na identificação de soluções para os problemas, na tomada de decisões e por iniciativas de ativismo baseadas nos resultados das análises e dos debates realizados pelos estudantes (REIS, 2013). “Todas estas atividades constituem um ótimo contexto e pretexto para a aprendizagem de conteúdos científicos e metacientíficos previstos nos currículos” (REIS, 2013, p. 5).

De forma dialógica a esta perspectiva de ensino, a pedagogia freireana focaliza a superação da contradição opressorxs-oprimidxs a partir da historicidade, como elemento de compreensão da realidade para a mudança, através de uma educação problematizadora das variadas questões sociais, científicas, tecnológicas,



ambientais via dialogicidade, visando a libertação pelos caminhos da humanização das pessoas pela desalienação.

Para tanto, consideramos neste trabalho aspectos ligados à história de Henrietta Lacks, visando promover processos educativos que gerem reflexão ética sobre as relações CTSA. Henrietta Lacks foi uma mulher negra<sup>9</sup> nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem consentimento para pesquisas sobre câncer, na década de 1950, sendo que suas células – imortais, se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais, como a vacina contra a poliomielite e quimioterapia, por exemplo (SKLOOT, 2011). Mas, o uso sem consentimento devido às práticas racistas na saúde pública norte-americana do século XX levanta um sério debate ético sobre racismo, sexismo e opressão de classe<sup>10</sup> nas ciências biomédicas. Essas problemáticas éticas se constituem em alterizações negativas.

A alterização corresponde ao processo cultural de produção de alteridades por meio da delimitação, rotulação e categorização das formas possíveis de ser outro, a partir de determinados marcos sócio-históricos (ARTEAGA *et al.*, 2015), sendo este processo comum e necessário na construção das identidades. No entanto, a alterização se torna negativa quando gera marginalização, subjugação e exclusão, a partir de algum tipo de reforço a noções de normalidade, caracterizando as diferenças como desvios, a partir de categorizações de inferioridade. Exemplos típicos de grupos humanos marginalizados pelas ciências ocidentais incluem as raças não europeias, as mulheres e as pessoas pobres (ARTEAGA *et al.*, 2015).

---

<sup>9</sup> Sob um olhar interseccional, entendemos, assim como teorizou Grada Kilomba (2008), que a mulher negra, por não ser nem branca e nem homem, ocupa o espaço mais difícil dentro das nossas atuais organizações sociais. A mulher negra representa uma dupla alteridade, já que é a antítese de branquitude e masculinidade. Assim, “a mulher negra só pode ser o outro, e nunca si mesma. [...] Mulheres brancas têm um oscilante status, enquanto si mesmas e enquanto o “outro” do homem branco, pois são brancas, mas não homens; homens negros exercem a função de oponentes dos homens brancos, [...] pois são homens, mas não brancos; mulheres negras, entretanto, não são nem brancas, nem homens, e exercem a função de o ‘outro’ do outro.” (KILOMBA, 2008, p. 124).

<sup>10</sup> Adotamos aqui a compreensão de opressão na perspectiva de Freire (2017), que ocorre por meio da violência simbólica ou física contra minorias sociais, da invasão cultural camuflada, da hegemonia de mitos – a exemplo do mito da democracia racial e o mito da meritocracia - para manter o *status quo* e a desunião das pessoas oprimidas, as quais, divididas, ficam enfraquecidas e tornam-se manipuladas pelas elites dominadoras, em que se dá o processo de desumanização. Existem diferentes conotações para o termo “opressão de classe”, porém, em nosso trabalho, usamos esse termo para nos referirmos a toda e qualquer discriminação que as pessoas pobres sofrem, desde a opressão de elites ou instituições com poderes de dominação contra as pessoas de classes menos favorecidas até discriminações por estilos de vida, roupas, linguagem, modos de ser, etc., que geram inúmeras formas de privações e desigualdades de acesso a benefícios sociais, como saúde, educação, lazer etc.

Assim, as formas de alterização mais evidentes no sexismo, no racismo e na opressão de classe, reveladas de modo substancial no caso de Henrietta Lacks, permitem justificar a relevância desse caso no ensino de biologia, a fim de suscitar debates éticos sobre a prática científica e para além dela.

A relevância da presente tese fica evidente, ainda, quando consideramos que a história de Henrietta Lacks é acionada para articular a ética na educação científica, a partir da mudança do foco conceitualista unicamente biológico ao campo social da história da construção das ciências naturais, através do ensino de biologia celular contextualizado por CTSA. A construção de dispositivos e novas discussões para o campo do ensino, fundamentados em ética, pode promover a viabilização de ações cidadãs responsáveis pelxs discentes (SCHEID, 2006). Esta investigação agrega, também, a politização de estudantes em ASP para a mudança da realidade social.

Cabe salientar que este estudo faz parte de ações de colaboração desenvolvidas entre estudantes de graduação, pós-graduação, docentes do ensino superior e da educação básica no âmbito do Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências (GCPEC) da Universidade Estadual de Feira de Santana. Esta pesquisa também está vinculada ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (EnCiMa) e ao Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia (LEFHBio), ambos da Universidade Federal da Bahia. Além disso, esta investigação é desenvolvida pelo trabalho eminentemente colaborativo entre a professora Ana Paula Guimarães, do Instituto Federal da Bahia, Campus Camaçari, e pesquisadorxs envolvidos neste estudo.

Esta pesquisa, situada em sala de aula, a partir do trabalho colaborativo, além de gerar subsídios para o desenvolvimento de práticas educativas com orientação ética, a partir de discussões sobre CTSA no ensino de biologia, poderá também contribuir para programas de formação inicial e continuada de professores de ciências e biologia, através, por exemplo, da elaboração de Materiais Curriculares Educativos (MCE)<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Como proposta posterior a este trabalho, no âmbito do projeto “Investigação Colaborativa sobre Materiais Curriculares Educativos para as Relações Étnico-Raciais baseados na história do racismo científico” (CNPQ, Proc. n. 409713/2016-3), coordenado pela profa. Claudia Sepúlveda, e através das colaborações no GCPEC, pretendemos, a partir dos dados de sala de aula aqui coletados, realizar o desenvolvimento de MCE para o ensino de biologia celular. Temos entendido MCE, assim como Schneider e Krajcik (2002), como materiais curriculares que visam oferecer apoio docente em relação a novas abordagens pedagógicas, por meio, por exemplo, de descrições de sua utilização em sala de aula, como narrativas, relatos de episódios, e de sugestões de como eles podem ser transformados para melhor se alinharem com contextos diversos de ensino.

Diante dessas discussões, temos como pergunta de pesquisa: Quais características de uma sequência didática (SD) sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, têm o potencial de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes no contexto do Ensino Médio (EM)?

Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi o de investigar princípios de design de uma SD sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM.

Necessitamos seguir alguns passos para alcançar esse objetivo, dando conta dos seguintes objetivos específicos: a) analisar abordagens de biologia celular propostas para o EM, por meio de uma revisão das experiências didáticas relatadas na literatura especializada; b) analisar formas de alterização pautadas na articulação entre racismo, sexismo e opressão de classe presentes no caso do uso das células de Henrietta Lacks; c) desenvolver princípios de design de uma SD sobre biologia celular, para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões, com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM, d) analisar as implicações do processo de validação de uma SD sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento da pesquisa de design educacional empreendida, e e) investigar princípios de design para o ensino de mitose e câncer de uma SD que visa promover capacidades de PC e de proposição de ASP.

### 3. Aspectos metodológicos gerais

Nesta pesquisa utilizamos a abordagem qualitativa de enfoque crítico-participativo com visão histórico-estrutural, a partir de uma dialética da realidade social que parte da necessidade de conhecer (através das percepções e reflexão) a realidade para transformá-la (TRIVIÑOS, 2012). Tal abordagem caracteriza-se por englobar um conjunto heterogêneo de perspectivas, de métodos, de técnicas e de análises (ANDRÉ, 2001). O eixo qualitativo é baseado em produção de dados descritivos, a partir do trabalho de campo em que há contato direto com a situação estudada (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Essa abordagem lança um olhar mais criterioso ao processo, levando em conta a perspectiva interpretativa dxs

participantes (STAKE, 1995) sobre o contexto de ensino, a fim de analisar a contribuição dos princípios de design utilizados na SD.

Consideramos como paradigma que representa esta pesquisa a Teoria Crítica (Escola de Frankfurt), já que compreendemos o papel essencial da história na compreensão dos fenômenos sociais, situamos os mecanismos de opressão e contradições sociais via alterizações negativas e propomos a produção do conhecimento como ação sociopolítica para mudanças sociais (CROTTY, 1998).

Quando falamos de crítica, não estamos nos referindo a uma revolução violenta, mas ao poder das ideias, já que o conhecimento que as elites controlam pode ser a sua força, mas constitui também a sua vulnerabilidade (CROTTY, 1998). Nessa perspectiva, à luz de aspectos da filosofia de Marx como principal moldador do pensamento crítico que temos hoje, nossa ontologia está baseada na percepção do mundo material, real e prático. Nossa concepção materialista – em termos filosóficos – é também dialética. Sobre este aspecto, ao prefacear o livro “Pedagogia do Oprimido”, de Paulo Freire, o professor Ernani Friori advoga:

Não é a consciência vazia do mundo que se dinamiza, nem o mundo é simples projeção do movimento que a constitui como consciência humana. A consciência é consciência do mundo: o mundo e a consciência, juntos, como consciência do mundo, constituem-se dialeticamente num mesmo movimento – numa mesma história. Em outros termos: **objetivar o mundo é historicizá-lo, humanizá-lo.** Então, o mundo da consciência não é criação, mas sim, elaboração humana. Esse mundo não se constitui na contemplação, mas no trabalho (FRIORI, 2017, p. 20, grifo nosso).

Nesse sentido, nossa postura enquanto pesquisadorxs está fortemente associada ao exame crítico sobre a produção de conhecimento científico<sup>12</sup>, alterizações negativas e as relações sociais capitalistas neoliberais, visando, por meio dessa compreensão, transformações sociais.

Trata-se de uma Pesquisa de Design Educacional - *Educational Design Research* - que visa o estudo sistemático do planejamento, da implementação e da

---

<sup>12</sup> O exame crítico sobre as práticas científicas e tecnológicas não deve ser interpretado, nesta pesquisa, como uma visão restritamente negativa de tais práticas. Embora o termo “crítico” possa conotar, ao menos no senso comum, um olhar negativo ao objeto de análise, temos compreendido a crítica em seu sentido amplo, como um ramo do racionalismo, associado à apreciação, avaliação, análise sobre determinado objeto. Nesta pesquisa, explicitamos, como opção política, práticas científicas que são problemáticas do ponto de vista ético, mas não propomos com isso uma visão negativa da ciência que possa incorrer em atitudes anti-científicas, já que entendemos que a visão crítica é, *per sí*, uma visão equilibrada, que evita ingenuidade sobre as relações de poder existentes na produção e divulgação do conhecimento científico e que, ao mesmo tempo, aprecia a relevância da ciência como patrimônio da humanidade.

avaliação e da manutenção de intervenções inovadoras de ensino situadas em sala de aula real, visando a busca de solução para problemas complexos da prática educacional, através da elaboração de princípios de design que possam ser aplicáveis, mediante adaptações, a vários contextos, promovendo o conhecimento sobre as características dessas intervenções e dos processos para elaborá-las e desenvolvê-las (PLOMP, 2009). Os princípios de design, enquanto declarações enunciativas que configuram apostas teóricas e educacionais (VAN DEN AKKER, 1999), podem ter ênfase substantiva, constituindo-se de generalizações teóricas ou orientações filosófico-pedagógicas que se referem a características da intervenção e podem ser aplicados em outros contextos educacionais, ou podem ter ênfase procedimental, quando tratam de características de uma intervenção aplicada em um contexto específico. Tais princípios são sempre seguidos de seus propósitos e suas razões, as quais podem ser teóricas e/ou experienciais (SARMENTO, 2016).

Este é um tipo de estudo proposto como uma resposta às críticas de que as pesquisas em ensino têm tido pouca relevância para enfrentar os problemas educacionais reais, já que é uma modalidade de investigação que busca estabelecer uma conexão entre a pesquisa educacional e questões das práticas desenvolvidas na sala de aula real, na produção de resultados, tais como entendimento teórico e o produto educacional (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015), além do resultado de experiência profissional formativa via colaboração, a qual temos considerado nesse trabalho. Assim, a Pesquisa de Design Educacional é empreendida visando desenvolver soluções para problemas em contexto, a partir da análise sistemática das intervenções em ciclos, em que cada aplicação permite testar e gerar teoria em contextos naturalistas, bem como fornecer prescrições úteis para problemas complexos e reais em educação (REEVES, 2006; BARBOSA; OLIVEIRA, 2015).

Algumas características principais dessa modalidade de pesquisa são elencadas por McKenney e Reeves (2012), as quais destacamos: 1) intervencionista, pois produz uma intervenção em um determinado contexto educacional; 2) iterativa, já que ocorre de maneira cíclica, a partir de avaliação que busca a melhoria da intervenção proposta, testando os princípios de design; 3) teoricamente orientada, uma vez que se baseia em proposições teóricas e busca construir teoria de ensino domínio-específica; 4) fundamentalmente responsiva, pois é construída a partir do diálogo entre o conhecimento teórico e o conhecimento dxs

participantes da pesquisa, e 5) colaborativa, por necessitar da participação dxs envolvidos em todas as etapas da pesquisa.

Na Pesquisa de Design Educacional, a relação entre entendimento teórico e desenvolvimento de produtos educacionais possui tal articulação que pode ser caracterizada como cíclica (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015), através de prototipagem, testagem e refinamento. Assim, a Pesquisa em Design Educacional apresenta três fases bem estabelecidas: 1) a fase preliminar, em que ocorre a análise do contexto e das necessidades, o desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura – e no conhecimento docente (PLOMP, 2009; SEPULVEDA *et al.*, 2016) - e a elaboração dos princípios de design; 2) a fase de prototipagem, etapa iterativa que visa aperfeiçoar a intervenção educacional, caracterizada pela construção, desenvolvimento e avaliação formativa - avaliação processual, reflexiva e avaliativa dos princípios de design no refinamento dos princípios e da intervenção educacional; e 3) a fase de avaliação, em que ocorre a avaliação final ou somativa para concluir se a intervenção com o conjunto de princípios de design atende às especificações pré-determinadas, a partir da análise sobre a pesquisa como um todo (PLOMP, 2009). Durante todas as fases do processo, é importante realizar uma revisão e documentação sistemática a fim de produzir novos princípios de design, ou modificar princípios previamente elaborados (PLOMP, 2009). Os princípios de design são produtos teóricos dessa modalidade de pesquisa, apresentando o potencial de compor uma teoria de ensino específica para um dado domínio (PLOMP, 2009), no caso desta investigação, para o ensino de biologia celular, no contexto do EM. Abaixo apresentamos uma adaptação do esquema proposto por McKenney (2001) para ilustrar o processo cíclico na pesquisa em design educacional.

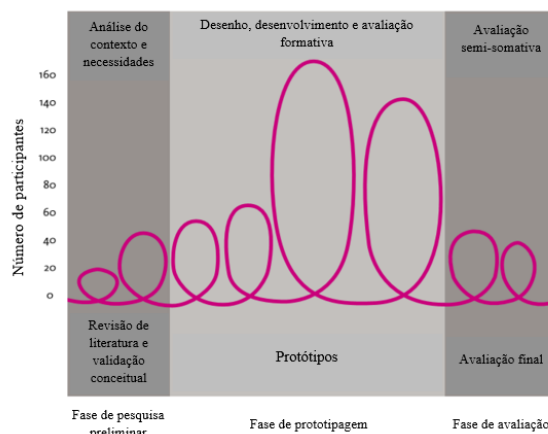


Figura 1. Processo cíclico da Pesquisa de Design Educacional.  
Fonte: Adaptado de Sepulveda *et al.* (2016).

O número de ciclos e o uso do produto educacional para uma larga população deve ser limitado por um fenômeno denominado saturação, que ocorre quando a coleta de dados oferece subsídios suficientes que justifiquem sua finalização (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015). Na presente investigação, não esgotamos toda a proposta da Pesquisa de Design Educacional que, mais que uma modalidade de pesquisa, requer uma organização em nível de programa de pesquisa, no sentido de abarcar mais de um projeto e muitos pesquisadorxs. Em nosso trabalho, contemplamos a fase preliminar, a partir da resposta aos três primeiros objetivos específicos da pesquisa, por meio da revisão sistemática de literatura, da análise sobre os processos de alterização envolvidos no caso de Henrietta Lacks e do desenvolvimento dos princípios de design, por meio de um processo colaborativo, conforme Figura 2. Desenvolvemos também a fase de prototipagem, a partir dos dois últimos objetivos específicos da tese, que contemplam o desenho da intervenção didática, a análise sobre as implicações do processo de validação da mesma por docentes de biologia e feministas e a investigação sobre os princípios de design para o ensino de mitose e câncer. Assim, foi realizado um ciclo de prototipagem com avaliação formativa para o aperfeiçoamento da intervenção, a partir da análise sobre potencialidades e limites dos princípios de design testados empiricamente (Figura 2).

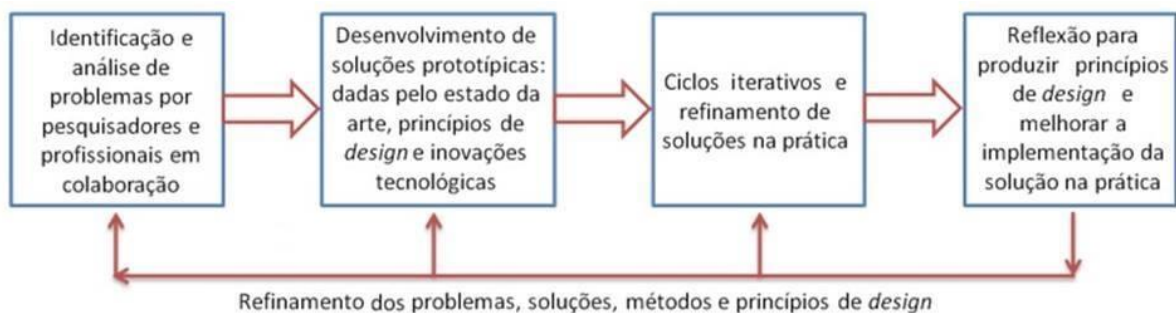


Figura 2. Representação do processo de investigação na Pesquisa de Design Educacional.

Fonte: Adaptado de Reeves (2006).

A Pesquisa de Design Educacional não deve ser confundida com estudos manipulativos, nem se propõe à generalização estatística, mas tem o intuito de capturar o que podemos aprender das intervenções – com um produto educacional – em contexto (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015), de modo que nesta investigação visamos generalização do tipo situada, conforme Simons *et al.* (2003), a partir da

generalização dos princípios de design para uma teoria mais ampla (PLOMP, 2009). Na generalização situada, os resultados relativos a um determinado contexto se tornam evidências transferíveis para outros, desde que haja semelhança evidente entre a situação em que a pesquisa foi realizada e situações em que outros docentes trabalham (SARMENTO *et al.*, 2011). Nesse sentido, os produtos teóricos da Pesquisa de Design Educacional, a saber, teorias de ensino específicas para um dado domínio, compostas por princípios de design substantivos, constituem generalizações que podem ser transferidas para outros contextos de ensino (SARMENTO, 2016).

A fim de alcançar o primeiro objetivo específico da tese, realizamos uma revisão sistemática de literatura (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014). Para o segundo objetivo, fizemos uma análise do caso de Henrietta Lacks por meio de um ensaio teórico (DEMO, 1985). No terceiro artigo, propomos os princípios de design da nossa SD (PLOMP, 2009). Para a elaboração da SD, utilizamos objetivos de aprendizagem por meio de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, na tradição de Zabala (1998), numa perspectiva dimensional, como proposto por Conrado e Nunes-Neto (2015). Organizamos, ademais, as expectativas de ensino (Quadro 2 do capítulo V), associadas aos princípios de design elaborados, a fim de viabilizar a análise empírica dos mesmos. A SD elaborada colaborativamente foi, antes de sua aplicação, passou por um processo de validação mediante avaliação por docentes de biologia e por feministas. Essa validação prévia ocorreu a partir da avaliação da intervenção por instrumentos de análise elaborados também de modo colaborativo, com suas especificidades para cada grupo, docentes (Apêndice A) e feministas (Apêndice B). A análise sobre as implicações do processo de validação da SD é realizada no quarto artigo desta tese.

A SD foi aplicada em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio (EM) integrado ao Técnico do Instituto Federal da Bahia (IFBA), Campus Camaçari. A mesma foi desenvolvida em duas turmas de terceiro ano, por buscarmos incluir as atividades no cronograma e currículo escolar, já que, no contexto do IFBA, nesta série se estuda biologia celular. Como recorte para esta tese, selecionamos os registros de sala de aula, atividades didáticas e do grupo focal de uma das turmas em que a SD foi aplicada. A opção pela análise desta turma decorreu da experiência da colaboradora docente, que percebeu que esta turma tendia a valorizar mais os conteúdos de cunho conceitual, atribuindo menor valor às dimensões procedimental



e atitudinal dos conteúdos. Os objetivos do trabalho foram compartilhados com as turmas antes mesmo do início da pesquisa, com registro sistemático das situações observadas para posterior descrição e análise de todas as intervenções.

Durante a aplicação da SD, utilizamos como formas de registro: gravador de áudio, fotografias, filmadora e um caderno de campo para relatórios diários. Como procedimento de coleta de informações para a investigação dos princípios de design utilizamos observação participante (GIL, 2009) e o recurso do grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005). Para tanto, as fontes de informações utilizadas foram: grupo focal, registro audiovisual das atividades de sala de aula, atividades escritas<sup>13</sup> e caderno de campo. Estas fontes de informações foram essenciais no processo de produção de dados referentes à análise sobre as expectativas de ensino em relação aos princípios de design que foram apostados. Para cada princípio de design e as expectativas de ensino foram atribuídas as fontes de informações que nos dariam melhores respostas ao objetivo do estudo.

Os registros audiovisuais de sala de aula, o caderno de campo e as atividades dialógicas em grupos constituíram fontes de registro para elaboração de mapas de atividades de sala de aula (AMARAL; MORTIMER, 2006). Os mapas de atividades (Apêndice K) constituem uma estratégia de apresentação de dados que focaliza os aspectos gerais da SD aplicada, sendo compostos por elementos imprescindíveis para a produção dos dados na análise discursiva, são eles: 1) o tempo de cada atividade, incluindo o tempo no vídeo, 2) a(s) atividade(s) desenvolvida(s), 3) o(s) tema(s) principal(is), 4) as ações dos participantes, e 5) os comentários gerais (AMARAL; MORTIMER, 2006). Os mapas de atividades contribuem para a contextualização dos enunciados produzidos na sala de aula e orientam a escolha dos episódios relevantes para a análise da dinâmica discursiva estabelecida (AMARAL; MORTIMER, 2006).

A escolha dos episódios de ensino é uma decisão metodológica importante para a configuração do quadro analítico desta pesquisa. Um episódio pode ser definido como um conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados, sendo

---

<sup>13</sup> Por ser uma pesquisa situada no contexto real de sala de aula, as fontes de informações - atividades de sala de aula, atividades dialógicas em grupos e atividades escritas - foram também utilizadas como instrumentos de avaliação da unidade letiva.

apresentado na forma de sucessivos turnos de fala, de modo a facilitar a análise da abordagem comunicativa e dos padrões de interação (AMARAL; MORTIMER, 2006).

Os episódios são unidades de análise dos processos educativos que interessam para responder aos objetivos de pesquisa. Desse modo, é o interesse de análise que definirá o episódio. Os episódios são extraídos da transcrição de áudios obtidos pela gravação em vídeo, segundo o critério de configurarem o contexto da produção de determinadas respostas à pesquisa, em nosso caso, às apostas dos princípios de design.

Ressaltamos a importância da utilização de registros por vídeo, pois este recurso proporciona a análise de reações tanto verbais quanto não-verbais, sendo esta última muito importante para inferir envolvimento e perceber expressões faciais e demais elementos que, embora inaudíveis, significam muito para responder aos objetivos da pesquisa. Além disso, as atividades escritas foram consideradas no processo de investigação sobre os princípios de design, no sentido de avaliar, por exemplo, a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC, a fim de relacionar o ensino aos princípios apostados.

Desse modo, diferentes procedimentos analíticos foram utilizados, a saber: 1) elaboração de mapas de atividades, que permitem uma visão global da SD analisada; 2) identificação, seleção, transcrição e análise de episódios representativos para responder aos objetivos do estudo, 3) análise de atividades escritas, e 4) análise do grupo focal. Assim, neste trabalho, são considerados os recortes de episódios da sequência de aulas, demonstrada nos mapas de atividades, atividades didáticas desenvolvidas em aula – tanto do campo dialógico verbal, como discussões, quanto de atividades escritas entregues como documento avaliativo – e também a reunião de grupo focal.

Para a validação de cada princípio utilizamos quatro ferramentas específicas de análise que se relacionam às expectativas de ensino, a saber: a) análise interacionista do grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005); b) Análise Crítica do Discurso (MELO, 2009; CONRADO; CONRADO, 2016); c) ferramenta analítica sobre desenvolvimento das capacidades de PC e d) ferramenta analítica sobre elaboração de propostas de ASP.

A técnica de grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005) foi utilizada ao final da intervenção, como mais uma fonte de produção de informações para análise sobre os princípios de design, pois consideramos essencial a escuta dos envolvidos

na e sobre a experiência didática (PAIVA; ALMEIDA, 2014) para avaliação da mesma. Nosso grupo focal foi formado por estudantes reunidos para discutir o objeto de pesquisa-ensino – aulas de biologia celular -, por meio de suas experiências (GATTI, 2005). A partir disso, discutimos as contribuições dos princípios de design para a viabilidade dos objetivos propostos. O grupo funcionou como uma comunidade de legitimação, de modo que as pessoas que vivenciaram a realidade manifestaram-se sobre ela (PAIVA, 2014).

O grupo focal foi guiado por um roteiro com questões para discussão (Apêndice C), que foi elaborado como forma de orientar e estimular as interações, sendo um instrumento flexível. Nossa análise foi baseada na perspectiva interacionista da reunião no grupo focal (GATTI, 2005), a partir dos agrupamentos de todas as opiniões, confrontando posições e evidenciando consensos e dissensos.

A Análise Crítica do Discurso (ACD) compreende o discurso como constituído por práticas sociais, as quais podem revelar processos de manutenção e abuso de poder, sendo que esta visa difundir a importância da linguagem na produção, na manutenção e na mudança das relações sociais de poder e aumentar a consciência de que a linguagem contribui para processos de dominação, compreendendo tal consciência como o primeiro passo para a emancipação (MELO, 2009).

No ensino de ciências, a ACD tem sido adotada como um método para análise da formação discursiva (PÉREZ, 2012; CONRADO; CONRADO, 2016). Neste campo, a ACD pode ser utilizada, por exemplo, para analisar os discursos sobre o papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo, buscando-se perceber as relações de dominação e de manutenção do *status quo* (CONRADO; CONRADO, 2016). Nesta pesquisa, buscamos, por meio da ACD, avaliar o alcance de determinadas expectativas de ensino via análise das práticas discursivas e do processo interacional nos episódios de ensino, não apenas identificando discursos hegemônicos, mas também as mudanças discursivas que foram alcançadas, por meio dos propósitos de cada princípio de design apostado. A escolha deste procedimento de análise é particularmente consistente com esta pesquisa porque a ACD dá conta da perspectiva analítica sobre aspectos hegemônicos nos discursos e também da resistência e da natureza de mudança social que as práticas discursivas carregam.

Foram elaboradas duas ferramentas analíticas neste estudo e utilizadas para análise de parte dos resultados empíricos. A ferramenta analítica sobre

desenvolvimento das capacidades de PC foi produzida com base nos estudos de Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), Solbes e Torres (2012) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2013; 2014; 2016). A ferramenta analítica sobre elaboração de propostas de ASP foi projetada a partir da inspiração nos estudos de Freire (1967; 2017), Bencze e colaboradorxs (2018) e Marques e Reis (2018).

Ambas as ferramentas de análise passaram pelo processo de validação prévia, a qual está relacionada à fase da formulação da pesquisa (OLLAIK; ZILLER, 2012). A validação foi realizada por dezoito doutorandxs e oito pesquisadorxs da área de Ensino de Ciências e Biologia, a partir da avaliação das ferramentas por meio de instrumentos de análise (Apêndice M). Após a análise sobre as avaliações realizadas e tendo em vista a considerável avaliação positiva e importantes sugestões de mudança, aperfeiçoamos as ferramentas. Desse modo, as ferramentas analíticas foram validadas antes da utilização na análise das informações da presente pesquisa.

A investigação sobre as características da SD tendo em vista a validação de princípios de design a partir das expectativas de ensino, como explicitado acima, é objeto de análise do quinto artigo desta tese.

#### 4. Trabalho colaborativo, questões éticas e organização do relatório de pesquisa

A pesquisa colaborativa é uma modalidade em que há trabalho conjunto e apoio mútuo dxs participantes, com o propósito de atingir objetivos comuns negociados, havendo corresponsabilidade na liderança e na condução das ações (DESGAGNÉ, 2007). Nessa perspectiva, a pesquisa deixa de investigar sobre x professorx, passando a investigar com x professorx, contribuindo para que estx se reconheça como produtorx ativx da teoria e da prática de ensinar, transformando o próprio contexto de trabalho (IBIAPINA, 2008). Nesse sentido, a pesquisa colaborativa vai além do simples respeito às preocupações da pesquisa para pesquisadorxs e de aperfeiçoamento para professorxs, exigindo, no entanto, de pesquisadorxs que enquadram o projeto, movimentarem-se tanto no mundo da pesquisa quanto no mundo da prática (DESGAGNÉ, 2007).

Esta pesquisa desenvolveu um trabalho colaborativo por envolver parceria entre pesquisadorxs e professora da educação básica na elaboração e aplicação de uma SD. Entendemos SD, conforme Zabala (1998, p. 18), como sendo “um conjunto

de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos”.

No processo colaborativo que adotamos, xs partícipes – professora-pesquisadora da educação básica vinculada ao Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Camaçari, e professorxs-pesquisadorxs do GCPEC - terão seus conhecimentos e práticas (trans)formados. A formação de grupos colaborativos de pesquisa entre docentes de diferentes níveis de ensino, como é o caso do GCPEC, em que se insere esta investigação, tem sido proposta como resposta a diferentes problemas relativos à produção de conhecimento na área de educação e ao desenvolvimento profissional docente, em âmbito nacional e internacional (ALMEIDA *et al.*, 2016).

A colaboração tensiona o problema das relações de distanciamento entre a pesquisa e a prática, pelo esforço por uma construção da ciência comprometida com questões sociais, as quais estão ligadas intimamente com a educação, além de reconhecer a professora da educação básica como uma construtora do conhecimento e não uma mera doadora da sala de aula. Assim, o delineamento metodológico contribui para a superação da lacuna pesquisa-prática (MCINTYRE, 2005), reduzindo a distância entre a produção do conhecimento científico sobre ensino de ciências e o que é desenvolvido nas práticas de sala de aula.

É importante destacar, com base na distinção elaborada por Almeida (2014), que esta não é uma tese colaborativa, mas a elaboração da SD e dos princípios de design passou por um processo de colaboração. Nesse sentido, conforme Almeida (2014), uma pesquisa colaborativa é aquela em que os membros do grupo (pesquisadorxs da universidade e professorxs da educação básica) decidem e participam coletivamente de todas as etapas do processo investigativo - definição da pergunta, construção de quadro teórico, opções metodológicas, coleta e análise dos dados e produção de relatórios de pesquisa para divulgação. Assim, mesmo esta investigação, que esteve inserida num grupo colaborativo – o GCPEC – não é uma pesquisa colaborativa, pois a maior parte das etapas da tese passou por decisões tomadas apenas por mim e pelxs orientadorxs.

A SD foi desenvolvida em duas turmas de terceiro ano do EM Integrado ao Técnico, por buscarmos incluir as atividades no cronograma e currículo escolar, já que, no contexto do IFBA, nesta série se estuda biologia celular. A anuência para

participação dxs estudantes na pesquisa foi concedida através de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visando garantir a privacidade e a proteção da imagem dxs participantes. Antes de solicitar a assinatura do TCLE de estudantes maiores de idade (Apêndice D) e dxs responsáveis, em caso de estudantes menores de idade (Apêndice E), foram passados termos de consentimentos para a Diretora de Ensino (Apêndice F) e para o Coordenador de Área de Ciências Naturais e Exatas do Campus IFBA – Camaçari (Apêndice G), a fim de autorizar a execução da pesquisa no contexto de duas salas de aulas do instituto.

É importante destacar que esse procedimento está de acordo com princípios éticos embasados na Resolução nº 466/2012 (BRASIL, 2013) e na Resolução nº 510/2016 (BRASIL, 2016), as quais contêm diretrizes e normas que regulamentam pesquisas que envolvem seres humanos. As resoluções asseguram o respeito pela dignidade humana e pela especial proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos, considerando o engajamento ético, que é inerente ao desenvolvimento científico e tecnológico. Além disso, as resoluções adotam definições sobre assentimento e consentimento livre e esclarecido, via anuência dxs participantes da pesquisa, de modo que estxs devem ser esclarecidxs sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa lhes acarretar, na medida de sua compreensão, respeitando suas singularidades (BRASIL, 2013, 2016).

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, a questão ética torna-se ainda mais pertinente, uma vez que neste tipo de estudo estão envolvidas questões pessoais, íntimas e sensíveis da vida das pessoas, sendo que prezamos pelos princípios de confidencialidade, honestidade e rigor (GRIX, 2004), além de optarmos por uma escrita autoral, não discriminatória e acadêmica (CRESWELL, 2012).

Esta tese está organizada no formato de coleção de artigos (*multipaper*), em que tais artigos estão articulados para debater a temática central da pesquisa no âmbito do ensino de biologia. Este tipo de formato alternativo de relatório de pesquisa busca questionar os parâmetros estabelecidos na área e enriquecer as formas de representação das pesquisas (BARBOSA, 2015). Um relatório de pesquisa como coleções de artigos consiste numa produção apresentada em termos de certo número de artigos publicáveis (DUCK; BECK, 1999; PALTRIDGE, 2002), em que cada artigo da tese tem configuração própria com resumo, discussão de

literatura, pergunta de pesquisa, aspectos metodológicos, resultados e discussão, considerações finais e referências.

Pode haver diferentes opiniões sobre a publicação prévia de artigos que compõem o trabalho final, em que, por um lado, argumenta-se que tal procedimento pode esvaziar a interlocução com examinadorxs na banca e, por outro lado, compreende-se que a discussão com a banca examinadora pode produzir novos *insights* para outras publicações (BARBOSA, 2015). Defendemos, em concordância com Barbosa (2015), que trabalhos escritos neste formato exigem habilidades importantes da formação em pesquisa, a saber: selecionar periódicos, preparar manuscritos em conformidade com normas, necessitando de capacidade de síntese, o que favorece a articulação com uma modalidade de relatório de pesquisa predominante na comunidade científica – o artigo.

Nossa opção pelo referido formato se dá não apenas pelas habilidades formativas que a escrita *multipaper* fornece, mas pela compreensão de que cada objetivo específico elencado para esta tese se mostra adequado a um artigo independente. No entanto, compreendemos que há limitações neste formato, já que acaba sendo necessário repetir informações, argumentos e referências e que o formato de submissão nas revistas pode limitar discussões mais amplas que gostaríamos de realizar. No entanto, atentando a esses limites, buscamos reduzir repetições, aprofundar argumentos importantes, mantendo a independência dos artigos e a articulação destes com a obra geral.

Assim, consideramos este formato propício à socialização dos resultados de modo sistemático e articulado tanto à formação em pesquisa quanto às possibilidades mais viabilizadas de publicação dos resultados da pesquisa. Diferentemente do formato monográfico, o formato como uma coleção de artigos conforma, além da obra geral publicável do formato tradicional, uma quantidade de artigos que também são publicáveis

A partir das indicações de Barbosa (2015) e seguindo a estrutura da modalidade de pesquisa da Pesquisa de Design Educacional, os dois primeiros artigos desta tese relatam os resultados de estudos de cunho bibliográfico e teórico, favorecendo o aprofundamento e novos entendimentos sobre o assunto estudado. Esses dois artigos, somados ao terceiro artigo da tese, que realiza o desenvolvimento dos princípios de design, estão associados à primeira fase da Pesquisa de Design Educacional. Os dois últimos artigos estão articulados à

segunda fase da Pesquisa de Design Educacional, em que há discussão sobre o processo de construção e validação da SD e em que são analisados empiricamente os princípios de design. Por fim, a tese apresenta uma seção de considerações finais gerais que visa retomar os objetivos do estudo como um todo e explicitar de modo sistemático os principais resultados e discussões dos cinco artigos da investigação, tecendo reflexões que retomam resultados globalizantes do trabalho e destacando aspectos da pesquisa que contribuem fortemente para a discussão e o aprofundamento científico do objeto de pesquisa.

Com essa base organizativa, entendemos que a tese atende aos critérios para o formato *multipaper*, sendo a presente introdução e as considerações finais gerais, elementos unificadores do relatório, associados, obviamente, aos artigos que estão conectados à proposta geral da tese.

A partir da perspectiva educacional CTSA, dos aspectos filosóficos da educação crítica e dialógica freireana, da educação para ação sociopolítica e de debates sobre aspectos axiológicos da produção do conhecimento científico e dos processos de alterização de raça, gênero e opressão de classe, este estudo configura-se como pesquisa de desenvolvimento, que tem como objeto uma SD baseada em QSC sobre biologia celular para pensamento crítico e ação sociopolítica. A fim de contemplar todo o processo do estudo, organizamos o relatório de pesquisa em sete seções. A seção introdutória aqui apresentada elucida as principais discussões teóricas e filosóficas, o contexto da problemática da pesquisa, a pergunta de pesquisa, as justificativas do presente estudo, os objetivos, os aspectos metodológicos e éticos, e a explicitação e discussão sobre o formato do relatório da tese. Os quatro artigos aqui apresentados articulam os resultados desta pesquisa de desenvolvimento: o primeiro artigo apresenta resultados de um estudo sobre o ensino de biologia celular, em que são apontadas, por exemplo, as principais estratégias didáticas utilizadas no país, sendo que nossos principais resultados indicam a manutenção do ensino cientificista e com foco em conteúdos conceituais. O segundo artigo realiza uma discussão sobre a articulação entre diferentes formas de alterização negativas, a partir de uma argumentação acerca da inclusão do especismo<sup>14</sup> como forma de desconsideração moral importante a ser

---

<sup>14</sup> O especismo é um tipo de preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies (SINGER, 2004). Este



tratada no campo teórico, de ação política e do ensino, apontando a importância de rompermos com a visão de mundo antropocêntrica, sendo apresentada e discutida a história de Henrietta Lacks e a sua potencialidade para o ensino de Biologia. O terceiro artigo desenvolve e discute os princípios de design da proposta de intervenção. O quarto artigo realiza uma análise sobre as implicações do processo de validação da SD por docentes de biologia e feministas, apontando possibilidades de validação qualitativa por pares e por movimento social. O quinto artigo investiga os princípios de design para o ensino de mitose e câncer de uma SD que visou promover capacidades de pensamento crítico e ações sociopolíticas. Este artigo, além de realizar uma análise sobre o teste empírico dos princípios de design, propõe aperfeiçoamento dos mesmos para posteriores ciclos de prototipagem. Por fim, tecemos considerações finais gerais sobre a tese, apontando discussões globalizantes deste trabalho.

## Referências

AIKENHEAD, Glen S. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. Ways of knowing in science and mathematics series. New York: Teachers College Press. 2006.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. **Colaboração entre pesquisadores e professores de ensino de ciências e biologia: um estudo da organização e desenvolvimento da prática social do grupo CoPPEC**. 115 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2014.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira *et al.* Pesquisa colaborativa: um caminho para a superação da lacuna pesquisa-prática e promoção do desenvolvimento profissional docente. In: SEPULVEDA, Cláudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma metodologia para análise de dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana Maria. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006. p. 239-296.

ANDRADE, Maria Aparecida Silva *et al.* Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016.

ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 113, p. 51-64, 2001.

ARTEAGA, Juanma *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

BARBOSA, Jonei Cerqueira; OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Perspectivas da Educação Matemática**, UFMS, v. 8, número temático, p. 526-546. 2015.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Formatos insubordinados de dissertações e teses na educação matemática. In: D'AMBRÓSIO, Beatriz Silva; LOPEZ, Celin Espasadin. **Vertentes de subversão na produção científica em educação matemática**. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2015. p. 347-367.

BECKERT, Cristina. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BENCZE, Larry *et al.* Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 515-559.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Editora Porto, 1994.

BONJOUR, Laurence; BAKER, Ann. **Philosophical problems: an annotated anthology**. Reprint, 2. ed. Washington: Reprint, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466/2012**. Diretrizes e Normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial da União, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510/2016**. Brasília: Diário Oficial da União, 2016.

BRYCE, Tom; GRAY, Donald. Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 6, p. 717-33, 2004.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining "science" in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001. Disponível em: <<http://lrc-ead.nutes.ufrj.br/constructore/objetos/obj20452.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

\_\_\_\_\_. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei.

(Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p.1132-1147, 2016.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. **11th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**, 2015, Helsinki. Programme. Helsinki, Finlândia: ESERA, 2015.

CONRADO, Dália Melissa. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico.** 2017. 237p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia / Universidade Federal de Feira de Santana, 2017.

CONRADO, Dália Melissa. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia.** 2013. 220 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; CONRADO, Iris Selene. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 218-231, 2016. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/40>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei; EL-HANI, Charbel Niño. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v.31, n.01, p.329-357, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-46982015000100329](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982015000100329)>. Acesso em: 25 jul. 2018.

CRESWELL, John W. **Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.** 4th Edition, Boston: Pearson, 2012.

CROTTY, Michael. **The foundations of social research: meaning and perspective in the research process.** Lodon: Sage, 1998.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

DESGAGNÉ, Serge. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução de Adir Luiz Ferreira e Margarete Vale Sousa. **Revista Educação em Questão**, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* Genética, raça e políticas de ações afirmativas a partir de questões sociocientíficas. In: VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2015, Rio de Janeiro. **Anais... VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, VI ESOCITE.BR.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2015. p. 392.

DUCK, Nell K; BECK, Sarah W. Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Research**, Washington, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibelle Celestino. **Estudo de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

FRAGA, Roberta Fontoura; BORGES, Regina Maria Rabello. Bioética com animais: uma proposta para a educação de jovens e adultos no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 5, n. 1, p. 77–87, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 64. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

\_\_\_\_\_. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FRIORI, Ernani Maria. Prefácio. In: FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

GATTI, Bernardete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GRIX, Jonathan. Academic Standards, Plagiarism and ethics in Research. In: GRIX, Jonathan. **The Foundations of Research**. New York: Palgrave Study Skills, 2004. p. 138-149.

GUIMARAES, Márcio Andrei; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de; OLIVEIRA, Mônica Santos. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

HODSON, Derek. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 3, n.1, 2004.

\_\_\_\_\_. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, 313-331, 2013.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa**: investigação, formação e produção de conhecimentos. Brasília: Liber Livros, 2008.

KAWASAKI, Clarice Sumi. Ensino de Biologia e Ética: a conexão possível. In: MARANDINO, Marta et al. (Org.). **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, 2005. p. 76-81.

KILOMBA, Grada. **Plantation memories**: episodes of everyday racism. Berlim: Unrast, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**. v. 14, n 1, p. 85-93, 2000.

LIMA, Eliane Batista de; GHEDIN, Evandro. Conhecimento, ciência e ética na epistemologia de Foucault e suas implicações para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis, **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

LOPES, Fernanda Muniz Brayner *et al.* Obstáculos à apropriação dos conceitos de ciclo celular por alunos do ensino médio. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC). ABRAPEC, 2005.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, Rogério Diniz (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas.** Brasília: UNESCO, 2009. p. 85-93.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, Roberto Sidnei. **A etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação.** 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2004.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. Geoengenharia do clima: uma controvérsia sociocientífica sobre a responsabilidade na manipulação do clima. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 345-362.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. O desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ativismo em contexto escolar: resultados do projeto Irresistible em Portugal. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 491-514.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores.** São Paulo: UNESP, 2012.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEDBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education.** v. 1, n. 1, 11-47, 1992.

MCINTYRE, Donald. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357-382, 2005.

MCKENNEY, Susan. **Computer-based support for science education materials developers in Africa: exploring potentials.** Tese (Doutorado). Enschede: University of Twente, 2001.

MCKENNEY, Susan; REEVES, Thomas. **Conducting educational design research.** Abingdon: Routledge, 2012.

MELO, Iran Ferreira de. Análise do discurso e análise crítica do discurso: desdobramentos e intersecções. **Letra Magna - Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Língua Portuguesa, Linguística e Literatura**, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 1-18, 2009.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229-241, 2012.

PAIVA, Ayane de Souza. **Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia**: desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal. 225 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

PAIVA, Ayane de Souza; ALMEIDA, Rosiléia Oliviera de. Trabalho colaborativo e investigação qualitativa: um rigor outro para validação de sequências didáticas socioculturalmente referenciadas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 3., 2014, Badajoz. **Atas...** Badajoz, 2014. p. 307-312.

PAIVA, Ayane de Souza; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; ALMEIDA, Rosiléia Oliviera de. Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

\_\_\_\_\_. Biologia celular: uma revisão sistemática sobre experiências didáticas no ensino médio. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 201-229, 2018.

PALTRIDGE, Brian. Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice. **English for Specific Purpose**, Amsterdam, n. 21, p. 125-143, 2002.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; LOZANO, Diana Lineth Parga. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.** v. 8, n. 1, p 23- 35, 2013.

PLOMP, Tjeerd. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, Tjeerd; NIEVEEN, Nienke. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.

RAMOS, Altina; FARIAS, Paulo M.; FARIAS, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

RAZERA, Júlio César Castilho; NARDI, Roberto. Ética no ensino de Ciências: responsabilidade e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Revista eletrônica Investigações em Ensino e Ciências**, vol. 11, n. 1 mar. 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 15 de mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Ensino de ciências e educação moral: uma interface de implicações mútuas. **Revista Iberoamericana de Educación (Online)**, v. 53, n. 3, p. 1-12, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134428/ISSN1681-5653-2013-53-03-01-12.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

REEVES, Thomas C. Design research from a technology perspective. In: VAN DEN AKKER, Jan; GRAVEMEIJER, Koeno; MCKENNEY, Susan; NIEVEEN, Nienke. (Ed.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006. p. 17-66.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

ROLOFF, Aion *et al.* O uso do “x” como marca de gênero no facebook®: uma análise sociolinguística. **Revista Versalete**, v. 3, n. 4, p. 26-42, 2015.

SANTOS, Jéssica; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Uma questão sociocientífica para abordar ética ambiental no ensino fundamental de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 59-76.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361- 382, 2008.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Dissertação (Mestrado Ensino, História e Filosofia das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Campinas: ABRAPEC, 2011.

SCHEID, Neusa Maria John. A necessária conexão entre biologia e ética para a educação científica no século XXI. In: FÓRUM INTERNACIONAL INTEGRADO DE CIDADANIA, 2006, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo. 2006.

SCHNEIDER, Rebecca M.; KRAJCIK, Joseph. **Supporting science teacher learning: the role of educative curriculum materials**. *Journal of Science Teacher Education*, 2002, v. 13, n. 3, 221-245.

SEPULVEDA, Claudia *et al.* A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre o estatuto epistemológico da pesquisa docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

SEVERO, Cristine Gorski. Sobre o significado identitário na sociolinguística: a construção do gênero. In: FREITAG, Raquel Meister Ko; SEVERO, Cristine Gorski. (Org.). **Mulheres, linguagem e poder: estudos de gênero na sociolinguística brasileira**. São Paulo: Blucher, 2015, p. 75-90.

SILVA, Maurício. Cotas raciais na universidade brasileira e a ideologia da meritocracia. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 54, p. 1207-1221, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/viewFile/21944/21085>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

SIMONS, Helen *et al.* From evidence-based practice to practice-based evidence: the idea of situated generalization. **Research Papers in Education**, v. 18, p. 347-364, 2003.

SOARES, Regina Francisca; FERREIRA, Helaine Sivini. Sequências didáticas como instrumento de Pesquisa em Ciências. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 9., 2009, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009. Disponível em: <[www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0969-2.pdf](http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0969-2.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2017.

SOLBES, Jordi; TORRES, Nidia Y. Analisis de las competencias de pensamiento critico desde el aborde de las cuestiones socio-cientificas: un estudio en el ambito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, Valencia, n. 26, p. 247-269, 2012. Disponível em: <<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25687/1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

SOUZA, Hemilly Cerqueira; PAIVA, Ayane de Souza; NUNES-NETO, Nei. Racismo e sexismo no ensino de biologia: uma proposta de ensino baseada em questões sociocientíficas para a formação de uma cidadania crítica. In: **VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología e III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias** (VII CIEB e III CIEC). Buenos Aires, 2016.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

SKORUPSKI, John. Ética. In: BUNNIN, Nicholas; TSUI-JAMES, E. P. (Org.) **Compêndio de Filosofia**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v. 18 n. 52, p. 163-242, 2013.

\_\_\_\_\_. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. Renovar as práticas didático-pedagógicas em direção ao promover da literacia científica crítica. **Documentos de Trabajo de Iberciencia**. n. 2. Madrid, España, 2014.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

TONET, Ivo. **Educação contra o capital**. São Paulo: Instituto Lukács, 2012.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2012.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.), **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. p. 1-14.

VIEIRA, Rui Marques; TENREIRO-VIEIRA, Celina; MARTINS, Isabel P. Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 43-54, 2011.

WARBUTON, Nigel. **Elementos básicos da filosofia**. Lisboa: Gradiva, 2007.



ZABALA, Antoni. As sequências didáticas e as sequências de conteúdo. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 53-87.

ZEIDLER, Dana L. *et al.* Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, p. 357-377, 2005.

ZEIDLER, Dana L. *et al.* Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 343-367, 2002.

## CAPÍTULO I

### **Biologia celular: uma revisão sistemática sobre experiências didáticas no Ensino Médio<sup>15</sup>**

#### **Resumo**

O ensino de biologia celular tem sido objeto de estudos que envolvem aspectos curriculares e didáticos. Considerada um campo abstrato na biologia, a citologia é uma temática trabalhada com dificuldade. Este trabalho objetivou analisar formas de abordagem didática de biologia celular propostas para o Ensino Médio, através de uma revisão sistemática na literatura especializada. Utilizamos como critério de marco temporal inicial a década de 1990, quando se consolidou no Brasil a abordagem educacional sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, perspectiva educacional, que consideramos uma tentativa de superação do ensino fragmentado. A investigação envolveu a análise de trabalhos publicados nas principais revistas de pesquisa em ensino de Ciências no âmbito nacional e em anais de encontros nacionais da área. As análises mostraram que, nas abordagens propostas, predomina uma ênfase conceitualista e cientificista, não acionando comumente a história da ciência, questões sociais e dilemas éticos no processo formativo.

**Palavras-chave:** ensino de biologia celular, revisão sistemática da literatura, educação contextualizadora.

#### **Abstract**

Cell biology teaching has been object of studies that involve curricular and teaching aspects. Considered an abstract field in biology, cytology is a difficult subject matter. This work aimed to analyze forms of teaching approach of cell biology proposed for High School, through a systematic review in the specialized literature. We use as criterion of initial time frame the decade of 1990, when consolidated in Brazil the Science, Technology and Society approach, educational perspective that we consider an attempt to overcome the fragmented teaching. The research involved the analysis of papers published in the main journals of research in Science teaching at national scope and in annals of national meeting of the area. The analyzes showed that in the proposed approaches predominates a conceptual and scientism emphasis, not triggering commonly the history of Science, social issues and ethical dilemmas in the formative process.

**Keywords:** cell biology teaching, literature systematic review, contextualized education.

---

<sup>15</sup> O presente trabalho é uma versão ampliada do artigo publicado na Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n2p201/37901>) em 2018, cuja produção inicial foi apresentada em 2015 no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, com o trabalho intitulado “Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014”.

## INTRODUÇÃO

A educação brasileira tem sido ancorada, de modo hegemônico, por valores, discursos e práticas que a tornam preponderantemente fragmentada, acrítica e tecnicista, predominando, em termos de ensino, um excesso de conteúdos conceituais a serem memorizados e utilizados mecanicamente em avaliações, com pouca ou nenhuma conexão explícita com questões sociais vividas na realidade de cada estudante.

No entanto, no ensino de biologia celular, objeto deste trabalho, temas como câncer, doenças genéticas, transgenia, dentre outros, poderiam ser trabalhados na educação escolar por meio de abordagens que visem favorecer a reflexão crítica sobre questões que fazem parte de nosso dia-a-dia e estão intimamente relacionadas aos debates que envolvem bioética, saúde e tomada de decisão.

A biologia celular se concentra na abordagem dos vários sistemas celulares, a partir da compreensão do funcionamento de suas estruturas. Esta área do conhecimento é importante para a aprendizagem de assuntos de outros ramos das ciências biológicas, como fisiologia, evolução, histologia, botânica, de modo que o estudo sobre as estruturas e funcionamento das células é de fundamental importância para a compreensão da biologia de maneira sistêmica. Ademais, documentos de orientação curricular apresentam a célula como ideia unificadora que possibilita o entendimento tanto dos processos bioquímicos quanto da biodiversidade (BRASIL, 2002).

Embora a célula seja um conceito-chave na organização do conteúdo biológico (HECK; HERMEL, 2014; SILVEIRA; ARAÚJO, 2014), a biologia celular é um assunto que muitas vezes desestimula xs<sup>16</sup> alunxs do Ensino Médio, pois é

---

<sup>16</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que inevitavelmente abarca concepções ideológicas. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*, 2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

ensinado de modo fragmentado, não evidenciando a importância de sua compreensão para uma visão sistêmica da vida (SOUTO; CÔRTEZ; LANCETTA, 2007).

É relatada largamente na literatura a dificuldade para compreensão de conceitos e fenômenos em biologia celular devido principalmente à grande abstração exigida e à necessidade de se imaginar e visualizar mentalmente as células, suas estruturas e fenômenos (PALMERO, 1997; LEMOS *et al.*, 2010; MANZKE *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; CARLAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA; SILVA, 2014; SILVEIRA; ARAÚJO, 2014). Além disso, por tratar-se de um conteúdo extenso, referir-se a fenômenos em nível microscópico e possuir semelhanças de grafia e sonoridade de termos utilizados, muitos professorxs relatam dificuldades no ensino (REIS *et al.*, 2013). Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011) estimaram que, ao longo do ensino médio, são propostos quase 3.300 novos conceitos no ensino de biologia e, especificamente em biologia celular, são abordados mais de 300 conceitos somente desta área, muitos deles nomeados com dois ou três termos sinônimos, com excessivo foco sobre memorização de estruturas e funções celulares.

O trabalho de Legey e colaboradorxs (2009) mostrou que questões éticas estão sendo pouco debatidas em relação às fronteiras de conhecimentos na área de biologia celular, mesmo que decisões importantes para a sociedade estejam sendo colocadas, já que vários setores das áreas da saúde e da biotecnologia vêm sendo diretamente influenciados pelos avanços deste campo, tais como medicina e agricultura. Consideramos que a ausência desse debate está certamente associada a uma lacuna no que se refere a uma contextualização histórica, ética, filosófica e política (PRAIA *et al.*, 2007) dos conteúdos de biologia celular.

A superação dessa problemática pode se dar através de orientações curriculares e propostas de ensino que recomendem contextualização dos conteúdos, visando tornar a formação mais ampla e crítica, a partir da articulação fundamentada com outras áreas do conhecimento no ensino de biologia. O ensino pode ser contextualizado por ética, política, História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) e por abordagens das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), por exemplo. Essas tendências de contextualização têm em comum a busca por uma formação mais ampla, a partir da reflexão e do

pensamento crítico<sup>17</sup> sobre a produção do conhecimento científico e sua articulação, em alguma medida, com questões sociais.

Destacamos aqui algumas diferenças e aproximações entre as abordagens educacionais contextualizadas por HFSC e por CTSA, a partir das perspectivas de Matthews (1992, 1998, 2012) e Pedretti e Nazir (2011), respectivamente. A abordagem por HFSC contextualiza o ensino por uma perspectiva histórica, tendo foco epistemológico e prático na compreensão da produção do conhecimento científico. Já a abordagem CTSA, na maioria de suas vertentes, não focaliza o aspecto histórico da produção do conhecimento científico, sendo mais presente nessa abordagem educacional entender as relações entre os domínios CTSA. Além disso, debates sobre ética e política ficam mais evidentes na abordagem CTSA, a qual visa o entendimento e a atuação sobre um problema social e ambiental. Esses temas, quando aparecem em HFSC, focalizam a compreensão do objeto central de sua abordagem, a ciência.

Mesmo diante dessas diferenças apontadas, destacamos que ambas as abordagens estão preocupadas com a superação do cientificismo<sup>18</sup>, apoiando os currículos numa perspectiva não fragmentada da ciência. Apontamos que essas diferenças destacadas podem se complementar e convergir numa abordagem educacional ainda mais completa da contextualização da ciência, de modo que a conexão entre o viés histórico da produção do conhecimento científico e tecnológico da abordagem por HFSC e o caráter amplo da articulação entre os domínios CTSA, para atuar sobre questões sociais e ambientais, pode favorecer uma formação mais abrangente, apoiada no desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico.

Tendo em vista as dificuldades do ensino de biologia celular supracitadas e a necessidade de um currículo e de propostas de ensino orientados por vias de contextualização, conforme argumentamos, torna-se importante avaliar como pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Biologia têm proposto e investigado

---

<sup>17</sup> Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, a partir das ideias de Robert H. Ennis, a compreensão do pensamento crítico como uma forma de pensamento racional, reflexivo e focalizado na decisão sobre o que acreditar e/ou o que fazer. O conjunto de disposições do pensamento crítico relaciona-se com uma inclinação para agir de forma crítica, o que inclui alguns elementos, por exemplo: identificar questões, apresentar razões para uma posição, formular e explicar hipóteses, formular e justificar conjecturas, argumentar e contra-argumentar e decidir uma ação (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

<sup>18</sup> Entendemos cientificismo como uma crença exagerada no poder da ciência, por meio de uma ideia hegemônica de que a mesma é permeada por valores, discursos e práticas apenas benéficos, de modo que o conhecimento científico é visto como único e verdadeiro sobre a realidade (COBERN; LOVING, 2001; CHASSOT, 2003).

experiências didáticas no campo de biologia celular no país.

A presente investigação é uma etapa de um estudo maior que objetiva investigar princípios de design<sup>19</sup> de uma sequência didática sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks<sup>20</sup>, concebida com o propósito de promover as capacidades de pensamento crítico e de proposição de ação sociopolítica por estudantes do Ensino Médio.

Para subsidiar a construção da referida sequência didática, este trabalho objetivou analisar formas de abordagem didática de biologia celular propostas para o Ensino Médio, por meio de uma revisão sistemática na literatura especializada. Assim, neste artigo, buscamos compreender como a área de ensino de Ciências e Biologia tem discutido e praticado o ensino de biologia celular no Ensino Médio, no contexto brasileiro, a partir das seguintes indagações que orientaram nossa análise: As abordagens de biologia celular estão associadas a algum debate sobre ética? Há alguma articulação entre o ensino de biologia celular e a formação político-cidadã<sup>21</sup>? Se sim, de que modo? Há contextualização por HFSC? Se sim, de que modo? Quais estratégias de ensino são descritas com mais frequência? Quais as dificuldades apontadas para o ensino de biologia celular? Quais as principais preocupações e intenções formativas?

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa envolveu um levantamento bibliográfico (LIMA; MIOTO, 2007), a partir de uma revisão sistemática de literatura (RAMOS *et al.*, 2014), que se caracteriza por reconstruir percursos conceituais e metodológicos em fontes bibliográficas por meio de procedimentos rigorosos e explícitos

---

<sup>19</sup> Os princípios de design são declarações enunciativas que configuram apostas teóricas e educacionais e, em termos de investigação, correspondem aos produtos teóricos da pesquisa em design (VAN DEN AKKER, 1999).

<sup>20</sup> Consideramos a história de Henrietta Lacks promissora para trabalhar questões sociais amplas ligadas à biologia celular, mais especificamente mitose e câncer, pois se trata de um caso real de uma mulher, pobre e negra, nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem conhecimento e consentimento para pesquisas sobre câncer, no contexto de leis segregacionistas dos Estados Unidos, no século XX, sendo que suas células – imortais, se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais (SKLOOT, 2011; PAIVA *et al.*, 2016).

<sup>21</sup> Utilizamos o termo “formação político-cidadã” com o objetivo de identificar nos trabalhos, pela declaração dxs autorxs, esta perspectiva nas abordagens de ensino de biologia celular. O termo é utilizado, portanto, de modo amplo, sem uma preocupação teórica, já que certamente existem diferentes interpretações para esta perspectiva nos trabalhos analisados.

(CONTANDRIOPOULOS *et al.*, 2010), por meio dos quais, a partir de critérios específicos de inclusão e exclusão, é realizada uma seleção exaustiva de textos publicados sobre o recorte de interesse (TRANFIELD *et al.*, 2003; THORPE *et al.*, 2005).

Neste trabalho, adotamos critérios de inclusão e exclusão, para a seleção dos artigos, e o procedimento de validade metodológica, que envolveu o processo de seleção independente por duas pesquisadoras (RAMOS *et al.*, 2014). Utilizamos como critério central de inclusão artigos que trouxessem propostas aplicadas de ensino de biologia celular para o Ensino Médio, publicadas entre 1990 e 2016. Consideramos o referido recorte temporal, pois a década de 1990 representa um marco, por, neste período, terem tido início as primeiras pesquisas envolvendo a temática CTS na educação científica brasileira (SANTOS, 2008; STRIEDER, 2012). Além disso, 1992 é o ano em que se localizam as primeiras publicações e a primeira defesa de dissertação sobre educação CTS (MIRANDA, 2012). Situamos o estudo nesse marco por conta dos avanços em termos de discursos, valores e práticas que esse movimento educacional trouxe para o ensino de Ciências no que se refere a uma compreensão não fragmentada de mundo. Essa compreensão abrangente foi acrescida da dimensão ambiente (A), tratando-se, então, da perspectiva educacional CTSA, que tem sido referenciada como uma possibilidade de superação de um modelo de educação acrítico, de cunho unicamente conceitual e descontextualizado (RIOS; SOLBES, 2007; BERNARDO *et al.*, 2007).

Esta investigação considerou trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEPIO)<sup>22</sup> e aqueles disponíveis em revistas online (de todos os extratos *Qualis*) no âmbito nacional, cujos escopos se adequam à área de ensino de Ciências e Biologia. Assim, definimos nosso levantamento na literatura brasileira.<sup>23</sup> Os critérios de escolha dos eventos e das revistas foram a relevância para a área de ensino de Ciências e Biologia e para o campo da pesquisa nessa área.

---

<sup>22</sup> Os textos das edições do ENPEC e ENEPIO foram obtidos em seus anais, disponíveis nos sites dos eventos, respectivamente: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/anais.html> e <http://www.sbenbio.org.br/>. A primeira edição do ENEPIO, no entanto, foi consultada via anais impressos.

<sup>23</sup> Reconhecemos que há significativa produção internacional que incide sobre as preocupações deste trabalho, de modo que nosso objeto de estudo não é circunscrito apenas a aspectos locais. No entanto, nesta investigação buscamos uma primeira aproximação, a partir da literatura brasileira, de modo que em trabalhos futuros pretendemos ampliar a análise.

A pré-seleção dos trabalhos foi feita por meio de busca com palavras-chave, empregando os termos: “ensino de biologia celular”, “biologia celular”, “ensino de citologia”, “citologia”, “ensino de célula”, “célula”, “mitose” e “câncer”, sendo inserido cada termo por vez nos sistemas de busca.<sup>24</sup> Os artigos pré-selecionados foram considerados dentro do recorte da pesquisa – critérios de inclusão - quando, a partir da busca, apresentava em seu título, resumo e/ou palavras-chave o tema de investigação. Utilizamos como critério de exclusão da amostra trabalhos que não elucidavam em seus objetivos e/ou aspectos metodológicos a articulação da pesquisa com a experiência didática no ensino de biologia celular no contexto do Ensino Médio. A seleção final teve um total de trinta e cinco publicações<sup>25</sup>.

O procedimento de análise dos trabalhos se deu pela Análise de Conteúdo (AC) apresentado por Laurence Bardin (2011), que corresponde a um conjunto de técnicas de análise das comunicações, a partir de métodos sistemáticos e objetivos de descrição e análise dos conteúdos. Seguimos as três fases da AC: 1) pré-análise; 2) exploração do material; e 3) tratamento dos resultados: inferência e interpretação (BARDIN, 2011). Tal análise se ancora no método específico de análise categorial, o qual funciona por operações de desmembramento do texto em unidades de análise e sua organização em categorias segundo reagrupamentos analógicos (BARDIN, 2011).

Na primeira fase, efetuamos a organização e sistematização para conduzir as operações sucessivas de análise, em que foram realizadas a seleção dos trabalhos e uma leitura flutuante, com o objetivo de identificar a amostra com base em nossas indagações orientadoras da análise, citadas na seção introdutória deste trabalho.

Na segunda fase, o material foi submetido a um processo de categorização prévia (BARDIN, 2011), que permitiu identificar tendências, convergências e especificidades, avaliando também as diferentes proposições. Realizamos recortes das ideias constituintes, focando em enunciados e em proposições portadoras de significação. Essa análise permitiu identificar os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja frequência de aparição ou a ausência denota respostas ao objetivo analítico deste trabalho (BARDIN, 2011).

---

<sup>24</sup> Nos *sites* em que não era possível realizar a busca por termo foi realizada a leitura completa de cada trabalho para análise da inclusão nesta investigação.

<sup>25</sup> Destas publicações, vinte e nove foram buscadas entre os meses de agosto de 2016 e março de 2017. Os outros seis artigos da Revista Genética na Escola, no entanto, foram buscados no mês de abril de 2018, já que a inclusão deste periódico ocorreu por meio de sugestões da banca examinadora da tese, no contexto de qualificação.



Os trabalhos selecionados foram recortados em unidades temáticas e agrupados em categorias, as quais foram sendo refinadas ao longo do processo e possibilitaram as interpretações. A formulação das categorias seguiu os princípios da exclusão mútua (entre categorias), da homogeneidade (dentro das categorias), da pertinência na mensagem transmitida (não distorção), da fertilidade (para as inferências) e da objetividade (compreensão e clareza) (SILVA; FOSSÁ, 2013). As categorias estabelecidas para análise são organizadas com base em dois critérios: 1) indagações orientadoras da análise da presente pesquisa e 2) informações textuais representativas nos trabalhos em análise.

Na terceira fase, realizamos o tratamento dos resultados a partir da descrição sistemática e sintética e da interpretação crítica dos dados produzidos a partir da categorização, quando buscamos captar os conteúdos manifestos e latentes contidos no material coletado (SILVA; FOSSÁ, 2013), através da elaboração de interpretações, inferências e descrições analíticas.

Em síntese, elaboramos o seguinte quadro, adaptado das ideias de Silva e Fossá (2013), que sistematiza as etapas de AC nesta revisão sistemática de literatura, baseado no referencial metodológico apresentado por Bardin (2011).

Quadro 1. Etapas da Análise de Conteúdo.

Etapas	Principais ações metodológicas
Pré-análise	- Seleção do material; - Leitura flutuante do material em análise; - Demarcação do que será analisado no material.
Fase exploratória	- Submissão do material ao processo de categorização prévia, utilizando o referencial teórico e as indicações da pesquisa; - Organização do material em categorias temáticas por meio de análise sobre as informações textuais representativas das características do conteúdo em análise; - Estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro (passagem de dados brutos para dados organizados); - Agrupamento do material em categorias.
Tratamentos dos resultados	-Elaboração de inferências e descrições analíticas, respaldadas no referencial teórico e indagações de pesquisa; - Descrição sistemática e sintética e interpretação crítica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 27 revistas cujos nomes remetiam à área em análise. Após busca inicial verificamos se os escopos das revistas se adequavam à área de ensino de Ciências, sendo selecionadas 14 revistas: Investigação em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Ensaio:

Pesquisa em Educação em Ciências, Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Ciência & Educação, Ciência & Ensino, Ciência em Tela, Experiências em Ensino de Ciências, Interações, Revista Ciências e Ideias, Revista Práxis, Revista da SBEnBio, Revista de Educação, Ciência e Cultura e Revista Genética na Escola. Além disso, foram explorados os anais do ENPEC (1997-2015) e do ENEBIO (2005-2016). Após as etapas de seleção e leitura flutuante do material, realizadas na pré-análise da AC, a investigação se concentrou na análise de trabalhos científicos publicados em anais do ENPEC, ENEBIO e das revistas Ciência e Educação, Ensaio, Ciência em Tela, Experiências em Ensino de Ciências e Revista da SBEnBIO.

A partir dos questionamentos do presente estudo e da categorização do material, realizada na fase exploratória da AC, organizamos recortes de ideias constituintes com significação para a análise, que foram agrupados nas seguintes categorias: Categoria I – **Aportes teóricos para o ensino**, subdividida em: a) **concepção de sociedade e ensino de Ciências**; b) **ética**; c) **política e cidadania**; d) **contextualização por HFSC**; e) **Concepção de conteúdo**; e Categoria II - **Estratégias de ensino**. Ressaltamos que essas categorias são organizadas separadamente; contudo, pela própria característica da investigação, estas estão, em muitos momentos, interligadas.

As 35 publicações selecionadas, conforme os critérios expostos anteriormente, são identificadas no Quadro 2.

Quadro 2. Trabalhos selecionados para análise.

Base de busca ou Evento e edição	Título do trabalho	Autorxs (ano)	Código do trabalho
Revista Experiências em Ensino de Ciências	Recurso lúdico em biologia celular utilizado como fixador de conteúdo e como método de avaliação	Pardal <i>et al.</i> (2013)	A1
Revista da SBEnBIO	Aprendendo meiose por interação e construção	Teixeira Filha e Oliveira (2007)	A2
Revista Ciência e Educação	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	Sarmento <i>et al.</i> (2013)	A3
Revista Ciência em Tela	Divisão celular: uma forma lúdica para abordar o tema no ensino médio	Cunha (2008)	A4
Revista Ensaio	O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de biologia	Trazzi e Oliveira (2016)	A5

I ENEBIO	Uma estratégia didática interativa e a compreensão da transmissão de caracteres hereditários na meiose	Alves Filha e Oliveira (2005)	A6
II ENEBIO	Testando uma proposta para ensinar membrana plasmática	Novossate e Gioppo (2007)	A7
III ENEBIO/Revista da SBEnBIO <sup>26</sup>	O uso de analogias e modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem para o estudo de citologia no ensino médio	Limão e Almeida (2010)	A8
III ENEBIO/Revista da SBEnBIO	Aplicação de um kit didático de biologia celular e histologia em espaços formais e não-formais de ensino: uma experiência na popularização científica	Costa et al. (2010)	A9
III ENEBIO/Revista da SBEnBIO	Desenvolvimento de modelos didáticos para a aprendizagem de biologia celular no ensino médio	Vinholi Júnior e Bitencourt (2010)	A10
III ENEBIO/Revista da SBEnBIO	Assuntos emergentes e polêmicos no ensino de biologia: uma sequência didática para o tema clonagem, células-tronco e genoma humano no ensino médio	Silva (2010)	A11
III ENEBIO/Revista da SBEnBIO	O uso de modelos em uma sequência didática para o ensino dos processos da divisão celular	Braga et al. (2010)	A12
IV ENEBIO	Jogo didático: instrumento interativo para o ensino de biologia	Paz et al. (2012)	A13
IV ENEBIO	Ciclo e divisão celular: uma estratégia diferenciada para abordar o tema no ensino médio	Rocha et al. (2012)	A14
IV ENEBIO	Aplicando princípios do movimento cts numa sequência de aulas de citologia	Sousa et al. (2012)	A15
IV ENEBIO	Estudo de desenvolvimento de uma intervenção para o ensino de metabolismo energético - segundo protótipo	Sarmento et al. (2012)	A16
IX ENPEC	O ensino de biologia celular sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular	Reis et al. (2013)	A17
IX ENPEC	Importância da Experimentação no Ensino de Biologia	Araújo et al. (2013)	A18
VI ENPEC	Análise de uma estratégia lúdica para o estudo da origem da mitocôndria no ensino médio	Melim et al. (2007)	A19
VI ENPEC	A inferência na construção de modelos mentais de célula	Fogaça e Macedo (2007)	A20
VI ENPEC	A música no desenvolvimento de conceitos de citologia na educação de jovens e adultos (EJA)	Carvalho et al. (2007)	A21
VIII ENPEC	Análise de uma sequência didática de citologia baseada no movimento CTS	Lima e Teixeira (2011)	A22

<sup>26</sup> Algumas edições do ENEBIO publicaram os trabalhos apresentados no evento na Revista da SBEnBio. Assim, ENEBIO e Revista da SBEnBio, em algumas edições, se sobrepõem.

X ENPEC	Como ensinar citologia para estudantes do ensino médio e promover uma visão informada sobre características da ciência	Sarmiento <i>et al.</i> (2015)	A23
X ENPEC	Construção de Modelos Didáticos: uma Alternativa para o Ensino de Citologia	Silva <i>et al.</i> (2015)	A24
X ENPEC	O uso de jogos lúdicos no ensino de Biologia: Citologia Animal	Silva <i>et al.</i> (2015)	A25
VI ENEBIO/Revista da SEnBIO	O uso de SD para a abordagem de citologia em uma disciplina da educação integral no ensino médio de Itapetinga/Ba	Freitas <i>et al.</i> (2016)	A26
VI ENEBIO/Revista da SEnBIO	O estudo sobre câncer de pele entre estudantes da EJA na perspectiva da alfabetização científica	Silva <i>et al.</i> (2016)	A27
VI ENEBIO/Revista da SEnBIO	A valorização da linguagem artística e da tecnologia de Informação e comunicação para tornar menos abstrato o estudo da biologia celular no primeiro ano do ensino médio: uma experiência através da criação de tirinhas	Paiva (2016)	A28
VI ENEBIO/Revista da SEnBIO	Análise da eficiência de vídeo didático na abordagem do tema “células-tronco”	Sudério (2016)	A29
Revista Genética na Escola	Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói	Nunes <i>et al.</i> (2006)	A30
Revista Genética na Escola	Uma proposta de dramatização como complemento didático para o estudo sobre cromatina e cromossomos	Mello e Cortelazzo (2006)	A31
Revista Genética na Escola	O baralho como ferramenta no ensino de genética	Salim <i>et al.</i> (2007)	A32
Revista Genética na Escola	A célula vai até a escola	Nigro <i>et al.</i> (2007)	A33
Revista Genética na Escola	Aliando conceitos e criatividade: proposta de dramatização na área de genética e biologia celular para alunos do ensino médio	Wasko <i>et al.</i> (2007)	A34
Revista Genética na Escola	Observação das fases da mitose em células de cebola	Pires <i>et al.</i> (2012)	A35

A partir da análise dos trabalhos, percebemos que, embora a área de ensino de Biologia discuta amplamente a problemática do cientificismo (e.g. COBERN; LOVING, 2001; EL-HANI; BANDEIRA, 2008; CONRADO; CONRADO, 2016), a maioria dos trabalhos traz suas experiências de ensino em biologia celular nesta perspectiva.

A categoria I **Aportes teóricos para o ensino**, subcategoria **concepção de sociedade e ensino de Ciências** visou identificar concepções de ciência que

interferem na prática de ensino. A problemática dos valores associados à ideia de competição aparece nas estratégias didáticas dos trabalhos A1, A13, A17, A19, A20 e A24. O A1 discute que o uso didático de jogos promove aprendizado para vencer, o que está associado a uma visão competitiva de formação, sendo estes discursos e práticas concernentes à manutenção de valores neoliberais. Essa inferência fica evidente na seguinte afirmação: “basta fazer as perguntas corretas sobre estruturas celulares e descobrir qual é a célula que está na mão do **adversário** (p. 131, grifo nosso)”.

Termos como “adversário”, “competição” e “vencedor” são frequentes nos trabalhos. Há forte influência do neoliberalismo na cultura escolar e muitas tendências de conduta social derivam deste marco socioeconômico e político, articulando-se à formação de valores de competição (PÉREZ GÓMEZ, 2001; BENCZE; ALSOP, 2009; BENCZE; CARTER; KRSTOVIC, 2014). A ideia de existirem vencedores e adversários traduz as consequências de uma sociedade competitiva, em que a satisfação de um indivíduo ou grupo é construída na suposta derrota do outro, sendo que esta última se torna, portanto, o objetivo.

O A24 defende explicitamente: “competição bem conduzida e canalizada para o processo de ensino, pode contribuir positivamente na construção da aprendizagem” (p. 5). De forma semelhante, o A17, em sua última atividade, propôs a confecção de modelos didáticos de mitose, em que o sucesso da atividade foi previamente estabelecido pelo grupo que conseguisse fazer, no menor tempo, o modelo mais bem feito, suscitando a competição entre os grupos. Em contrapartida, consideramos que atividades em que xs alunxs trabalham cooperativamente, discutindo ideias e situações, são mais profícuas para a aprendizagem e formação (FERNANDES, 1997), já que estudantes que são ensinados por meio da cooperação tendem a exibir níveis elevados de habilidades de raciocínio e pensamento crítico, compreendem profundamente os materiais estudados, têm maior tempo de dedicação às tarefas, menores níveis de ansiedade e estresse, maior motivação intrínseca para aprender, maior capacidade de ver situações pelo ponto de vista de outras pessoas, relações mais positivas e favoráveis com colegas e atitudes mais positivas em relação às áreas temáticas (FELDER; BRENT, 2007; DAMIANI, 2008). Na aprendizagem cooperativa, diferentemente da aprendizagem competitiva e individualista, xs alunxs trabalham em grupos, compartilham objetivos de aprendizagem e tarefas dentro de um grupo, que podem ser semelhantes ou

diferentes de outros grupos (TANNER *et al.*, 2003).

Dessa forma, uma possibilidade de mudança da competição para a cooperação, no ensino de mitose e outros conceitos de biologia, poderia ser o envolvimento dos estudantes na resolução de uma situação-problema articulada à temática, em que grupos pequenos de estudantes trariam elementos para resolução da situação e, ao final, os grupos se auxiliariam para buscar a melhor solução, de modo que a avaliação seria pautada também na articulação e cooperação entre os grupos, visando proporcionar trabalhos em conjunto na busca por um acordo no processo e para um resultado coletivo, fundamentado nos conteúdos.

Outra problemática do ponto de vista de valores foi encontrada no A8, que utilizou como estratégia didática a analogia da célula com uma fábrica, partindo da ideia de que a fábrica recebe matérias-primas e converte-as em produtos necessários à vida, o que, para as autoras, se assemelha aos processos metabólicos que ocorrem na célula. Essa visão reducionista e equivocada da organização celular frequentemente comparada à de uma fábrica, em que diferentes peças são manufaturadas em diferentes locais, armazenadas e transportadas, a fim de serem combinadas em produtos acabados que serão consumidos pela própria célula ou exportados para outras, é característico de toda a moderna biologia (CAPRA, 2006). No entanto, os processos que ocorrem na célula, caracterizados por redes metabólicas e informacionais complexas, não são capturáveis nessa metáfora fordista.

As analogias, para além de seu papel como figura de linguagem, têm recebido estatuto de ferramenta de ensino (LEMGRUBER; OLIVEIRA, 2012), mas é necessário ter cuidado para que esta ferramenta possa promover compreensão do processo biológico que se deseja ensinar e não se torne uma abordagem mecânica e que dificulte a compreensão de conceitos e fenômenos abstratos. Ademais, a analogia com fábrica pode levar a um pensamento econômico exagerado, por meio de valoração de padrões de produção.

O A9 realizou aulas de laboratório como estratégia no ensino de biologia celular e histologia, sendo utilizados materiais histológicos de órgãos de camundongos para comparação com material da mucosa bucal dxs estudantes. Essa é uma questão ética que demanda atenção da área de ensino de Biologia, já que animais não-humanos são subjugados por interesses arbitrários de nossa espécie, sendo essa prática uma problemática de desconsideração moral entendida

como especismo<sup>27</sup> (SINGER, 2004). De modo hegemônico, o progresso da ciência tem ocorrido com base em práticas especistas, a partir, por exemplo, da objetificação de animais não-humanos, tratando-os como meros instrumentos biológicos, atribuindo a esses sujeitos o estatuto moral de utensílios de pesquisa. Essa prática da ciência tem sido transposta ao ensino de Ciências e modela fortemente a visão antropocêntrica de nossa sociedade. Qualquer método pedagógico ativa processos individuais e coletivos carregados de valores, provocando uma variedade de efeitos e formação de novos valores (PÉREZ GÓMEZ, 2001), sendo imperativo o planejamento de ações educativas que gerem pensamento crítico sobre questões éticas. Além dessas questões ligadas à bioética animal, é preciso considerar também os princípios da biossegurança no que se refere ao manuseio de materiais biológicos como premissa à aplicação de cuidados que minimizem riscos, sendo relevante que, quando possível, o professor substitua o recurso biológico por outras formas de representação, a exemplo de vídeos, imagens ou objetos substitutivos para trabalhar os conhecimentos biológicos (LIMA, 2017).

Há, no entanto, trabalhos como o A27 que trazem perspectivas mais críticas e amplas de formação, que extrapolam o ato de informar e dão lugar à problematização da realidade, auxiliando os estudantes a enfrentarem, de forma coerente e com resultados, situações-problema que impliquem melhores condições de vida, o que será evidenciado na discussão da categoria **política e cidadania**.

A subcategoria **ética** objetivou identificar e discutir questões relativas a juízos e condutas morais nas experiências didáticas. Os trabalhos A11 e A22 realizaram questionamentos éticos sobre clonagem, células-troco e manipulação de embriões. Outras discussões são encontradas no A11, como os benefícios e riscos das pesquisas genéticas para a humanidade e a natureza, e as implicações éticas dos testes genéticos. O A22 discutiu também sobre as influências de aspectos culturais na disseminação de doenças e a indústria farmacêutica e sua relação com as pesquisas e a saúde pública, utilizando estratégias variadas, conforme informado no Quadro 3. O acionamento de questões éticas no ensino de Ciências viabiliza compreensão mais ampla dos conhecimentos científicos e suas interfaces com

---

<sup>27</sup> O especismo é um tipo de preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies (SINGER, 2004). Este termo foi cunhado por Richard Ryder e tem sido adotado desde a primeira edição do livro "Libertação Animal" de Peter Singer.

sociedade, tecnologia e ambiente. Ademais, para participar do debate público em torno de questões sociocientíficas é preciso oferecer uma formação que crie oportunidades para considerar a ciência e suas aplicações, visando reflexões sobre dilemas éticos e tomadas de decisão (SADLER; DONNELLY, 2006).

Os trabalhos A15 e A17 apresentam discussão de questões éticas de forma tímida e não aprofundada. A maioria dos trabalhos, no entanto, não trouxe nenhuma discussão sobre questões éticas em suas propostas de ensino, o que reforça a constatação de Razera e Nardi (2006), Bicudo (2007) e Brum e Schuhmacher (2014) de que há uma lacuna sobre a relação entre ciência e ética no ensino de Biologia. Em contrapartida, o campo da biologia celular tem grande potencial de suscitar diversos debates sobre questões éticas profundas que envolvem as relações entre os domínios CTSA. Defendemos, portanto, o ensino explícito de ética visando uma formação que integre pensamento crítico e engajamento em situações que requeiram reflexão sobre condutas morais. Essas questões poderiam ser contempladas, por exemplo, a partir de uma abordagem expositiva, no ensino de biologia, das principais correntes em filosofia moral – a ética deontológica, a ética consequencialista (incluindo a ética pragmática e a ética utilitarista) e a ética das virtudes (BECKERT, 2012) – e de debates sobre o acionamento de uma ou mais destas perspectivas teóricas em tomadas de decisão e suas implicações sociais, a partir de exemplos de situações-problema reais, visando uma tomada de posição ético-moral racional frente a diversas situações cotidianas. Esta abordagem pode significar um desafio para xs professorxs de biologia, dada a formação inicial que não contempla – ou contempla superficialmente - esse tipo de discussão, no contexto brasileiro (REIS; GALVÃO, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2009). Alternativamente, o trabalho colaborativo interdisciplinar entre docentes de filosofia – e de diversas outras formações – é um meio para contribuir para a superação deste desafio, uma vez que, além da troca constante de conhecimentos e experiências, as discussões também podem favorecer a resolução de dúvidas (GUIMARÃES, 2018), perspectivando uma formação ético-moral no contexto da educação científica.

A subcategoria **política e cidadania** analisou a presença e forma de abordagem de discussões sobre aspectos políticos e de cidadania no ensino de biologia celular. Os artigos A4, A6, A8, A11, A14, A16, A17, A20 e A21 discutem esses aspectos em seções teóricas sobre a relevância do ensino de Ciências voltado para formação cidadã, no entanto, não articulam esta discussão com as



estratégias que propõem, o que evidencia que, mesmo havendo uma tendência teórica a considerar questões políticas no ensino, essa dimensão não tem destaque nas práticas pedagógicas relatadas.

No A6, por exemplo, embora haja menção sobre a formação cidadã, a estratégia de ensino não propicia esse tipo de formação. As autoras discutem na seção introdutória que “o ensino de biologia deve estar voltado para a formação do cidadão e o conhecimento científico por ele veiculado deve estar atualizado, articulado e integrado à vida dos alunos” (p. 531); no entanto, a estratégia didática não contempla essas proposições. De forma semelhante, o A21 discute, na introdução, a importância da formação político-cidadã no que diz respeito à realidade vivenciada por turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Entretanto, não há articulação explícita da proposta didática com discussões sobre sociedade, tecnologia, ambiente, cidadania, ação social etc., embora esta modalidade de ensino necessite de um esforço pedagógico que relacione os conteúdos às vivências sociopolíticas dos estudantes.

Para propiciar o ensino que articule cidadania e política de modo explícito seria interessante, por exemplo, utilizar recortes de revistas de divulgação científica relacionadas à citologia e, a partir daí, explorar aspectos sociopolíticos. Poderiam ser selecionadas pelo docente algumas reportagens sobre, por exemplo, o modo de infecção do vírus da imunodeficiência humana (HIV, na sigla em inglês) e estudos atuais de possíveis curas da infecção por HIV, já que pode ser um tema instigante e que tem amplas relações com a sociedade e, desta forma, poderiam ser explorados conteúdos conceituais, como tipos celulares, transporte através da membrana plasmática e fisiologia celular.

O trabalho de Monerat e Rocha (2017) mostrou que temáticas ligadas à biologia celular são amplamente abordadas em revistas de divulgação científica, as quais podem servir para ampliar discussões no campo do ensino de biologia, contribuindo como referencial à disposição de professores para que os conteúdos possam ser ensinados e compreendidos de forma satisfatória. Ademais, vários autores têm discutido as potencialidades do uso de textos de divulgação científica para o desenvolvimento de habilidades importantes para a formação dos estudantes (FERREIRA; QUEIROZ, 2012), já que estes auxiliam na ilustração e exemplificação de conceitos e fenômenos, servem como orientador da aula, contribuem para o exercício da criticidade e podem ser instrumentos de motivação à participação dos

alunxs e uma forma de utilizar temas contemporâneos nas aulas de biologia (NASCIMENTO, 2010).

Nos artigos A3, A15, A22 e A27, por exemplo, as intervenções didáticas visam formação política e cidadã. O A3 faz uma crítica ao modelo de ensino acrítico e com pouca ou nenhuma preparação para atuação na sociedade, e organiza a intervenção focalizando também “a contextualização dos assuntos em relação ao cotidiano do aluno e a questões sociocientíficas relevantes para a sua formação como cidadão (p. 579)”. De modo semelhante, o A15 apresenta uma proposta articulada ao movimento CTS, visando formação para criticidade e posicionamento participativo nas transformações sociais. A estratégia do A27 buscou relacionar conteúdos conceituais relativos ao câncer aos aspectos cotidianos da vida de estudantes agricultores, proporcionando discussões sobre a importância do filtro solar. Xs autorxs do A27 destacam: “A possibilidade de contextualizarmos o conhecimento científico, relacionando à realidade dos estudantes participantes da Sequência Didática com o cotidiano, fez com que os estudantes pensassem, opinassem e debatessem conceitos ligados à ciência e à realidade deles, por serem, muitos desses, agricultores. (p. 12).”

Consideramos importante criar condições para que xs estudantes desenvolvam as capacidades de conhecer, gerenciar, julgar e agir, mediante análise e discussão sobre questões sociais (GORDILLO, 2006; CONRADO; EL-HANI, 2010). O ensino baseado na perspectiva educacional CTSA pode contribuir para a formação cidadã que promova reconhecimento sobre desigualdades sociais e problemáticas ambientais e a capacidade de aplicar conhecimentos em ações sociopolíticas. Esta formação cidadã deve ser presidida por valores e atitudes de liberdade, solidariedade, respeito e compromisso com a coletividade (GORDILLO, 2006).

A subcategoria **contextualização por HFSC** permitiu identificar pouca ou nenhuma articulação das propostas com uma abordagem contextualizada por HFSC. Alguns artigos, como o A10, discutem sobre a abordagem na seção teórica, mas a estratégia didática não é articulada com tal perspectiva, e outros trabalhos - A9, A18 e A19 - apresentam grande potencial de debates epistemológicos da ciência pelas estratégias e recortes adotados, mas não o fazem. O A19, por exemplo, investigou o uso de uma estratégia didática que utilizou o aprendizado baseado na solução de problemas, no ensino da teoria endossimbiótica da origem da

mitocôndria na célula eucariota. Para este tema - que envolve não apenas a biologia celular, mas também evolução e interações ecológicas – foi aplicado o caso “O Hóspede do Barulho”, pertencente ao jogo didático “Célula Adentro”. Nesse trabalho, a contextualização por HFSC seria potente tanto pela temática e pelo recorte adotado – em termos de ensino de biologia celular associado à evolução biológica e interações ecológicas – quanto pelas estratégias de ensino. Uma possibilidade de incluir uma abordagem que contextualize por HFSC seria a discussão sobre a obra de Lynn Margulis, cientista muito importante que propôs a Teoria Endossimbiótica. Essa abordagem poderia evidenciar questões de gênero sob dois aspectos: 1) um debate sobre a ausência e/ou encobrimento de sua obra em livros didáticos, por exemplo (PINHO, 2009), e 2) uma visão positiva da relação da mulher com a ciência, por meio da explicitação de sua contribuição com uma teoria tão importante, visando gerar pertencimento feminino e desconstrução da ideia de ciência como campo de atuação estritamente masculino.

O A8 e o A12, além de não contextualizarem por HFSC, apresentam problemas do ponto de vista histórico, ao omitirem que o trabalho de Rosalind Franklin serviu de referência para a modelização do DNA, em 1953, por Watson e Crick. Consideramos que seria importante, em termos de ensino, destacar que “Watson e Crick foram, para dizer o mínimo, pouco generosos em seu reconhecimento da importância dos dados de Franklin para a dupla hélice” (SILVA, 2010, p. 90). Ademais, seria importante propor algum debate sobre o contexto sócio-histórico em que Franklin viveu e os problemas de desconsideração moral que mulheres cientistas sofreram e sofrem apenas pelo fato de serem mulheres. A compreensão destas questões pode suscitar debates relevantes sobre problemáticas estruturais na sociedade, como o machismo, promovendo discussões que envolvem natureza da ciência, tanto do ponto de vista epistemológico quanto ético. A natureza da ciência tem sido descrita como um conjunto de conteúdos metacientíficos, em que a epistemologia é o principal tema de debate. No entanto, há relevância em aspectos axiológicos da produção da ciência, sendo que a compreensão destes aspectos é um importante meio de formação crítica.

Trabalhos como os A10, A17, A24, A26 e A30, por exemplo, utilizam modelos didáticos como estratégia de ensino e, paradoxalmente, não propõem nenhuma abordagem didática que suscite discussão em HFSC, no que se refere, por exemplo, à construção destes modelos como parte da própria atividade e história da ciência. A

ausência de abordagem histórica, filosófica e sociológica no ensino de biologia celular é uma problemática que incide na formação por conta da fragmentação, já que aprender ciência é aprender uma prática e não exclusivamente o conhecimento. Essa compreensão a-histórica da sociedade alinha-se aos valores neoliberais, já que a tácita ideologia dominante induz à ideia de que as manifestações concretas da realidade, em suas dimensões econômica, social, política, moral e inclusive científica, não são só as mais adequadas como se tornam insubstituíveis (PÉREZ GÓMEZ, 2001), como se fossem estáticas, e não processos de construção.

De modo contrário aos trabalhos supracitados, o A23 empregou uma abordagem histórica sobre o processo de construção de modelos teóricos de membrana plasmática, apostando na HFSC para promover melhor compreensão do processo de produção do conhecimento científico e dos conceitos científicos. Muitos estudos indicam a relevância de uma abordagem contextualizada por HFSC no ensino de Ciências (MATTHEWS, 2012; EL-HANI *et al.*, 2004; VILAS BOAS *et al.*, 2013), de modo que consideramos importante suscitar reflexões sobre esses domínios no ensino de biologia celular, ampliando a discussão epistemológica para debates axiológicos. Embora tenhamos considerável consenso sobre a relevância dessa abordagem (VILAS BOAS *et al.*, 2013), a perspectiva não cumpre o papel integrador que poderia conferir ao currículo brasileiro (PRESTES; CALDEIRA, 2009), sendo o cenário de formação inicial de professorxs deficiente no debate sobre HFSC, refletindo, conseqüentemente, num ensino fragmentado, como vimos nesse estudo, evidenciado pela maioria das propostas didáticas.

A subcategoria **concepção de conteúdo** visou elucidar o entendimento de conteúdo subjacente às propostas de ensino de biologia celular. Para esta análise, utilizamos a compreensão ampla de conteúdos de Zabala (1998), organizada em: a) conceituais: perspectiva epistemológica, relacionada à compreensão de conceitos, princípios, fatos e evidências, b) procedimentais: dimensão metodológica, relacionada ao exercício e à aplicação de técnicas e métodos, e c) atitudinais: dimensão axiológica, relacionada a valores, normas e atitudes em que cabem juízo moral. Tal perspectiva, organizada *a priori* tipologicamente, foi recentemente formulada em termos de dimensões de conteúdos, por Conrado e Nunes-Neto (2015). Nesse sentido, os conteúdos não são separados em categorias, mas sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados. Assim, alguma dimensão de conteúdo pode ter maior

preponderância em algum momento didático em detrimento de outra, por exemplo. Essa organização didática em dimensões de conteúdo tem relevância para uma educação científica que preza por uma formação mais integral e crítica, não fragmentada, visando tomada de decisão, politização do ensino, discussão sobre questões morais e afetivas, dentre outros elementos.

A maioria dos trabalhos - A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A12, A13, A16, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A26, A31, A32, A33, A34 - traz concepção unicamente conceitual dos conteúdos, de forma explícita. Tais conceitos se restringem a entidades, fenômenos e processos naturais em si mesmos, de modo que não há, em geral, abertura para compreensão de aspectos outros relacionados à biologia celular, como ética e política.

Embora a concepção explícita de conteúdo da maioria das propostas seja conceitual, há em alguns trabalhos, por exemplo, o A28 e o A3, adoção de maneira implícita de conteúdos procedimentais, a partir da elaboração e do compartilhamento de tirinhas no A28 e da leitura de textos no A3. O A27 apresenta uma estratégia que, além de focalizar a dimensão conceitual, traz conteúdos procedimentais, em termos de debates, observação de lâminas, análise de simulações, e atitudinais, em termos de discussões sobre usos de filtro solar. O A30 aborda apenas a dimensão conceitual de forma explícita, mas abarca, nas atividades didáticas, conteúdos de outras dimensões, ao tratar sobre ética e sociedade.

Embora o A14 tenha uma subseção intitulada “Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais”, não são elucidados os conteúdos procedimentais e atitudinais na estratégia. Além de ser uma estratégia com preponderância conceitual, os conceitos são restritos a entidades, fenômenos e processos naturais em biologia celular (por exemplo, mitose, cromossomos, cromátides, centrômeros). Mesmo que as discussões possam envolver valores – dimensão atitudinal – o que está explícito é a dimensão conceitual. Ainda que conteúdos de outras dimensões apareçam nas estratégias, eles não têm a mesma relevância, pois o foco do ensino, em geral, é em conceitos de biologia celular. Mesmo os conteúdos sendo relatados, como no caso do A14, eles são pouco planejados e raramente avaliados.

Implicitamente, conteúdos atitudinais e procedimentais são trabalhados nas estratégias, sendo que estes podem ter valores morais importantes ou questionáveis para a formação dxs estudantes. O A1 e o A7 apresentam problemas do ponto de vista do desenvolvimento de valores morais, uma vez que no A1 há aspiração ao

desenvolvimento de atitudes competitivas e, no A7, há discussão sobre ideais e critérios de beleza, compartilhando uma visão acrítica da sociedade que promove e sustenta estereótipos de beleza. Partindo do pressuposto de que por trás de qualquer intervenção pedagógica se esconde uma análise sociológica e uma tomada de posição que sempre é ideológica, consideramos que é necessário contemplar todas as dimensões dos conteúdos, explicitando o currículo oculto (ZABALA, 1998), para que assim sejam planejadas, executadas e avaliadas intervenções propositivas para uma formação integral, visando melhores condições de vida em sociedade.

Em contrapartida a esse cenário, os artigos A15, A17 e A22 apresentam de modo implícito uma concepção mais ampla de conteúdo, certamente associada à abordagem CTSA que propõem. Nessa perspectiva de ensino, por conta da articulação dos domínios CTSA, é evidente que conteúdos outros - não apenas os conceituais de citologia - apareçam, como no A15, em que são debatidas questões de ética, política e epistemologia da ciência. Esses trabalhos têm uma visão abrangente de formação, de modo que elementos dos domínios CTSA promovem um planejamento de ensino de modo mais profundo, em que, como ocorreu no A22, se extrapola o enfoque reducionista e conceitual internalista da disciplina, apostando em discussões de aspectos sociais, éticos, políticos, ambientais e tecnológicos. Essas questões ficam evidentes, por exemplo, a partir das falas de estudantes sobre a aprendizagem promovida pela sequência didática desenvolvida pelos trabalhos A15 e A22, respectivamente: “(...) uma das coisas mais importantes é relacionar a célula, a parte teórica com a prática, com a nossa vida na sociedade, com as questões sociais polêmicas” (p. 6)” e “Aprendemos que a Citologia compreende quase toda a Biologia<sup>28</sup>, porque é a partir das células que desencadeia [sic] todos os assuntos importantes e críticos, como por exemplo, a clonagem com células tronco um assunto muito discutido entre a sociedade” (p. 10).

Cientes de que o ensino de biologia celular carrega um histórico cientificista, unicamente conceitual e memorístico, compreendemos a adoção de uma perspectiva ampla de conteúdo como uma contra-hegemonia, tanto no campo profissional de ensino, quanto na pesquisa. Ressaltamos a relevância dessa perspectiva de planejamento do ensino para uma formação integral, já que aprender apenas conceitos biológicos não assegura habilidades para resolver problemas reais

---

<sup>28</sup> Ressaltamos que esta citação envolve uma visão reducionista dos processos biológicos.

e participar ativamente nas decisões sociais.

Na categoria II - **Estratégias de ensino** buscamos identificar (Quadro 3) e discutir acerca das abordagens de ensino de biologia celular adotadas.

Quadro 3. Estratégias didáticas desenvolvidas nos trabalhos analisados.

Código do trabalho	Estratégias didáticas
A1	Jogo didático (cartas).
A2	Sondagem, documentário, dinâmica com modelos de cromossomos.
A3	Texto de divulgação científica, discussões, temas de pesquisa, aulas expositivas, trabalhos em grupos e elaboração de textos.
A4	Atividades práticas (e atividades práticas investigativas) e de simulações.
A5	Atividade experimental investigativa, uso de questionário de levantamento das hipóteses, duas situações-problema e aula expositiva.
A6	Desenhos, aulas expositivas e discussões sobre os processos biológicos.
A7	Dinâmica, música, atividades demonstrativas, atividades em grupo, aula expositiva, trabalho com textos.
A8	Modelo didático e analogia.
A9	Aulas práticas de laboratório a partir do uso de um kit didático.
A10	Modelos didáticos.
A11	Pesquisas sobre os temas, exibição de filmes e documentário, discussão em sala, preparação de relatórios.
A12	Modelos didáticos.
A13	Jogo didático (baralho).
A14	Quadro conceitual ilustrado, cruzadinha, enigma e atividades em grupo.
A15	Aulas expositivas dialogadas, discussões, sessões de debates, dinâmicas de grupo, simulações, aula prática, leituras, resolução de problemas, projeção de vídeos, diversas modalidades de textos, animações, apresentações em <i>PowerPoint</i> .
A16	Trabalhos em grupo (cooperativo), textos de divulgação científica, contextualização com o cotidiano, trabalho com linguagem escrita e levantamento e discussão de concepções alternativas.
A17	Modelos didáticos.
A18	Atividades experimentais (experimentação/aulas práticas).
A19	Jogo didático (solução de caso numa situação-problema).
A20	Jogo didático (dominó).
A21	Músicas (criação e apresentação de paródias).

A22	Atividades coletivas, leitura e discussão de textos, aula expositiva, modelo didático, dinâmica grupal, exibição de vídeos, simulação de enquete popular e aula prática em laboratório.
A23	Modelos didáticos, processo cooperativo de aprendizagem e Texto de Divulgação Científica.
A24	Modelos didáticos (produção discente).
A25	Jogos.
A26	Aula prática, uso de laboratório e de sala de informática, leitura de texto, discussão, trabalho em equipe, estudos de caso, confecção e apresentação de modelos didáticos, jogo (batalha naval).
A27	Sondagem prévia, debates de textos, observações de lâminas histológicas em laboratório, simulação de radiação luminosa sobre a pele, debates.
A28	Aula expositiva, criação em grupo de tirinhas, utilização de plataformas online.
A29	Uso de vídeo.
A30	Debates, filmes e textos, visitas técnico-científicas aos laboratórios de pesquisa, recursos áudio-visuais interligados à Internet, documentários e filmes, produção de Cartilha e Hemeroteca, modelos tridimensionais de células e DNA, dramatização teatral e preparação de painéis.
A31	Dramatização.
A32	Jogos de cartas (baralho).
A33	Modelo de célula gigante.
A34	Montagem de uma peça teatral.
A35	Aula expositiva e aula em laboratório.

Os jogos correspondem a uma abordagem muito utilizada como estratégia lúdica, sendo propostos pelos artigos A1, A13, A19, A20, A25 e A32. O A1 traz o jogo como recurso lúdico fixador de conteúdo e como método de avaliação, com uma visão competitiva, afirmando que os jogos tornam o ensino mais atrativo, interativo e aumentam a motivação. O A13 também aponta benefícios do uso de jogos para a aprendizagem, tais como: desenvolvimento de iniciativa, imaginação, raciocínio e interesse, proporcionando experiências pessoais e sociais. Porém, não há evidências de que tais objetivos foram alcançados pelo uso da estratégia.

O A20 apresenta o jogo como estratégia vantajosa e aponta que “no momento do jogo, ele deve ser mais importante do que as aprendizagens que dele podem advir. Do contrário, o jogar em si mesmo perde o caráter lúdico e passa a ser visto pelo aluno como mais um artifício para lhe ensinar algo (p. 10)”. No entanto, consideramos que a ludicidade está associada à aprendizagem com satisfação, sendo o prazer em aprender o cerne de uma ação pedagógica lúdica e não o recurso didático que, ao que parece neste trabalho, de modo inevitável geraria



aprendizagem. Ademais, o trabalho de Messeder Neto e Moradillo (2016) aponta que as atividades lúdicas devem ser pensadas sempre como linha auxiliar no processo de aquisição dos conhecimentos científicos na sala de aula, e nunca como atividade principal. Assim, o jogo deve fomentar, nos estudantes, novos interesses pelos conteúdos, e não o mero envolvimento na atividade em si (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2016).

O A18 discute que a experimentação desperta forte interesse na aprendizagem, atribuindo a essa estratégia didática um caráter motivador e lúdico. Ressaltamos que muitos trabalhos no campo de educação e ensino de Ciências têm utilizado o termo ludicidade de forma limitada. Luckesi (2015) conceitua ludicidade como um estado de consciência em que se dá uma experiência em condição de plenitude, sendo assim um estado interno do sujeito que vivencia a experiência lúdica. Não se trata de atividades objetivas que podem ser descritas como lúdicas, por exemplo, jogos, brincadeiras ou coisas semelhantes. As atividades educativas, recreativas e culturais que são propostas como lúdicas somente o serão se propiciarem ou estimularem um estado lúdico no sujeito (LUCKESI, 2015).

O A21 enfatizou o uso da música como um importante recurso didático alternativo. Contudo, é importante reiterar que aulas com experimentação, jogos, animações e uso de música podem não ser elementos motivadores e lúdicos em si mesmos, já que a ludicidade depende da implicação dos estudantes, do contexto e da subjetividade. Uma aula expositiva, por exemplo, pode ser mais lúdica do que uma aula com experimentação ou com uso de jogos, na qual não se compreenda o caminho do experimento ou a intencionalidade do jogo, nem seus objetivos formativos.

O A17 afirma que há atualmente uma tendência de superação do ensino tradicional, caracterizado pela existência de apenas aulas expositivas e alunos passivos, por um ensino mais dinâmico e motivador. Ao abordar sobre estratégias didáticas, consideramos necessário ressaltar que aulas expositivas são importantes para sistematizar informações e iniciar debates e são relevantes quando feitas com discussão, problematização e contextualização das temáticas. Ademais, preferimos chamar de modelo hegemônico de educação o que comumente é chamado de educação tradicional quando o termo se refere aos valores intrínsecos de formação – e não às estratégias didáticas, como aula expositiva, por exemplo -, em que tais valores tornam o ensino fragmentado, sendo que os conteúdos são trabalhados pela

via unicamente conceitual da ciência, sem abertura para discussões mais amplas, no que se refere à história, filosofia, sociologia, aspectos axiológicos, políticos, socioambientais, dentre outros que se relacionam com o conhecimento científico. Uma possibilidade de trabalhar a ludicidade e conteúdos mais amplos seria o uso de questões sociocientíficas - ferramenta educacional caracterizada pela abordagem de temas científicos polêmicos e controversos que buscam engajar xs estudantes em determinado debate que requer um nível de avaliação ética no processo de tomada de decisão para possíveis soluções (ZEIDLER; NICHOLS, 2009). Esse engajamento na busca de soluções para um caso, como, por exemplo, o uso de uma medicação específica para o câncer, pode ter uma característica lúdica que aguça a criatividade e curiosidade dxs estudantes, fazendo com que elxs reflitam sobre aspectos mais amplos da biologia celular, ao invés de apenas focalizar a dimensão conceitual do conteúdo.

A proposta educativa do A1 apresenta uma preocupação implícita de desenvolvimento de valores de sociabilidade pelos estudantes, por meio da simulação de problemas que comportam desafios sociais e culturais. De modo semelhante, o A19 destaca o papel dos jogos, que apresentariam entre suas principais vantagens o fato de xs estudantes tornarem-se participantes mais ativxs e não apenas observadorxs, a partir de tomadas de decisão e resolução de problemas. No entanto, a simulação de problemas de ordem social e cultural, inclusive por meio de jogos, não é suficiente para uma educação crítica e transformadora. Assim como Hodson (2013), consideramos importante que as atividades didáticas se constituam em ações autênticas que gerem experiências práticas, e não em meras simulações. Qualquer ação desenvolvida precisa ser legítima, e não apenas um exercício de sala de aula. Assim, em vez de se elaborar, por exemplo, uma carta a umx editorx de um jornal imaginárix, se redige uma carta real para umx editorx de jornal de verdade, para expressar preocupações reais ou para apresentar uma série de pontos de debate ou recomendações políticas (HODSON, 2013).

Consideramos as aulas práticas desenvolvidas no A9 importantes estratégias para melhorar a aprendizagem conceitual de fenômenos biológicos. Os resultados do trabalho indicam que a estratégia pode ter despertado interesse na experimentação científica, embora seja importante apontar que a atividade prática não foi de natureza experimental, já que entendemos que o experimento envolve

controle de variáveis relacionadas ao fenômeno. Além disso, apontamos como necessário problematizar a imagem de ciência como produção exclusiva de laboratório e superar a ideia de que toda aula prática (e nesse caso equivocadamente como sinônimo de aula em laboratório) é em si uma boa estratégia para se aprender Ciências. Essa ideia salvacionista das aulas práticas é evidente na discussão do A14, quando é apontado que a falta de acesso às aulas práticas com microscópios por grande parte de estudantes do Ensino Médio torna o estudo da célula ainda mais abstrato, o que induz a memorização pela falta de vivência da dimensão prática.

O A12 usa modelos didáticos como estratégia para o ensino detalhado das fases da mitose e meiose. Consideramos importante refletir sobre estratégias didáticas que parecem inovadoras, mas trabalham exaustivamente aspectos conceituais, como este caso em que há detalhamento e aprofundamento das fases da mitose e meiose. Essa é uma questão discutida por Carvalho *et al.* (2011), ao tratarem do problema do excesso de conteúdos conceituais de biologia e da forma fragmentada como estes são abordados, sendo apontada a necessária redução destes conteúdos, almejando objetivos mais modestos em relação à quantidade de conteúdos e melhor estruturação para uma compreensão do mundo vivo que possa potencializar ações sociopolíticas. Aprender mitose, por exemplo, é importante para relacionar com reprodução bacteriana e câncer; e meiose, para associar com reprodução sexual, diversidade e aspectos evolutivos, não sendo necessária a exaustiva memorização das fases de cada processo biológico.

Trabalhos como o A11, A15, A22 e A26 trazem uma considerável diversificação das estratégias nas aulas, o que se constitui, como é discutido no A15, num meio para facilitar e incentivar o processo de ensino e aprendizagem. Laburú *et al.* (2003) ressaltam a importância de diversificar as estratégias tanto de ensino quanto de avaliação da aprendizagem, na busca de abarcar ao máximo a pluralidade que a sala de aula possui. Contudo, a ausência e/ou deficiência de uma perspectiva histórica, ética e crítica nas abordagens utilizadas limita as possibilidades de se atingir plenamente os objetivos da educação científica comprometida com a formação de posicionamentos críticos, argumentativos, autônomos e capazes de suscitar ações políticas, visando o bem-estar individual e coletivo.

O A27 trouxe uma estratégia ligada ao cotidiano e com relevância social.

Foram realizadas discussões sobre câncer de pele, que provoca significativa mortalidade e faz parte da realidade de muitos estudantes da EJA do interior de Pernambuco, por residirem em municípios com altos índices de radiação solar. A intervenção didática abordou sobre formação do câncer e a sua relação com a divisão celular, além dos seus tratamentos e de como uma prevenção eficaz reduz a probabilidade de desenvolver câncer de pele.

De modo também muito interessante o A28 trabalhou com a confecção e compartilhamento de tirinhas, a partir de um esforço para um ensino interdisciplinar, estabelecendo interações da área de Ciências Biológicas com Artes, Português e Tecnologias da Informação e Comunicação. Além disso, os autores indicam superação ou melhora da abstração do conteúdo conceitual, a partir da criação das tirinhas, já que a demasiada preocupação com a memorização de conteúdos biológicos dá lugar a atitudes de reflexão sobre as histórias. A estratégia promove, então, o protagonismo estudantil, a interdisciplinaridade e a educação dialógica.

Embora existam argumentos que apontem a dificuldade de associar biologia celular ao cotidiano dos discentes, por ser um assunto microscópico e abstrato (SILVEIRA; ARAÚJO, 2014), consideramos que uma perspectiva mais ampla de conteúdo pode favorecer abordagens de ensino críticas e integrais, articuladas a problemas éticos e morais, por exemplo, via contextualização por CTSA e/ou HFSC, que têm o potencial de gerar uma formação voltada para pensamento crítico e ação sociopolítica.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos com esta revisão de publicações sobre o ensino de biologia celular no ensino médio indicam um esforço no sentido de diversificação de abordagens didáticas que possam contribuir para a apropriação de conceitos abstratos e complexos, sendo esta a maior dificuldade apontada pelos autores dos trabalhos. Assim, embora os artigos adotem abordagens diferenciadas para apoiar a aprendizagem, estas estratégias de ensino não contemplam, em sua maioria, contextualização por HFSC, ética, política e/ou CTSA, como possibilidades teórico-metodológicas que poderiam favorecer a apropriação desses conteúdos pelos estudantes, visando uma formação mais abrangente e crítica.

São descritas com mais frequência as seguintes estratégias para o ensino de biologia celular no ensino médio: uso de modelos didáticos, atividades práticas e jogos. Nossa interpretação dos dados indica a falta de uma relação mais profunda e explícita entre o aporte teórico, a construção da estratégia didática e a discussão dos resultados da aplicação, havendo um descompasso entre a discussão teórica e as estratégias didáticas. Dentre os trabalhos que manifestam a intenção de uma formação política-cidadã ou ética, por exemplo, poucos trazem essa perspectiva nas intervenções de ensino, o que, obviamente, limita a possibilidade de gerar evidências derivadas da aplicação.

Outra constatação é que na maioria das abordagens propostas predomina uma ênfase cientificista, com foco na dimensão conceitual dos conteúdos, o que resulta que esse tema continue sendo tratado com base na memorização e no acúmulo de fatos e conceitos, tornando a formação fragmentada. É importante destacar que as estratégias e os recursos didáticos em si não tornam o ensino inovador, mas sim os valores que estão por trás deste ensino, materializados nas intenções formativas. Assim, um jogo pode ser altamente cientificista, ao passo que uma aula expositiva pode trazer uma visão crítica e equilibrada da ciência, sendo profundamente transformadora e profícua. Por constatarmos que as principais preocupações e intenções formativas dxs autorxs se associam com a dimensão conceitual do conteúdo de biologia celular, por considerá-lo abstrato e complexo, consideramos importante uma visão mais abrangente de conteúdo para planejar, executar e avaliar intervenções de ensino, possibilitando a aprendizagem conceitual articulada à formação integral e crítica.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BECKERT, Cristina. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BENCZE, John Lawrence; ALSOP, Steve. Anti-capitalist/Pro-communitarian S&T Education. **Journal for Activist Science & Technology Education**, Toronto, v. 1, n. 1, p. 66-84, 2009. Disponível em: <<http://jps.library.utoronto.ca/index.php/jaste/article/view/21987>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BENCZE, John Lawrence; CARTER, Lyn; KRSTOVIC, Mirjan. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists' Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**,

Minas Gerais, v. 14, n. 2, p. 39-56, 2014. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2689/2055>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BERNARDO, José Roberto da Rocha; VIANNA, Deise Miranda; FONTOURA, Helena Amaral da. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, p.1-12, 2007. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/157/114>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Fundamentos éticos da educação**. São Paulo: Autores Associados/ Cortez, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Parte III. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002, 144p.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. Ética no ensino de ciências: o posicionamento de professores de ciências sobre eticidade durante a abordagem do tema transgênicos e suas implicações socioambientais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n. 1, p. 189-209, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172014000100189&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172014000100189&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. 35 ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARLAN, Francele de Abreu de A. *et al.* O estudo da célula e a motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-9.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1588/774>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001. Disponível em: <<http://lrc-ead.nutes.ufrj.br/constructore/objetos/obj20452.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; CONRADO, Iris Selene. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 218-231, 2016. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/40>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Nino. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. II., 2010, Ponta Grossa: **Anais...** Ponta Grossa, SINECT, 2010. , p. 1-16.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

CONTANDRIOPOULOS, Damien *et al.* Knowledge exchange processes in organisations and policy arenas: a narrative systematic review of the literature. **Millbank Quarterly**, v. 88, n. 4, p. 444-483, 2010. p. 671-689. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3037172/>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em revista**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/educar/article/view/12795>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

EL-HANI, Charbel Niño; BANDEIRA, Fábio Pedro Souza Ferreira. Valuing indigenous knowledge: to call it “science” will not help. **Cultural Studies of Science Education**. v. 3, n. 3, p. 751-779, 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-008-9129-6>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/529/325>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

FERNANDES, Elsa. O trabalho cooperativo num contexto de sala de aula. **Análise Psicológica**. v. 4, n. XV, p. 563-572, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/aps/v15n4/v15n4a04.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Textos de divulgação científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

FELDER, Richard M.; BRENT, Rebecca. Cooperative learning. In: MABROUK, Patricia Ann (Ed.), **Active learning: models from the analytical sciences**. ACS Symposium Series 970. Washington, DC: American Chemical Society, 2007.

GORDILLO, Mariano Martín. Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 69-83, 2006. Disponível em: <<http://rieoei.org/historico/documentos/rie42a04.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

GUIMARÃES, Ana Paula Miranda *et al.* Grupos colaborativos para construção e aplicação de questões sociocientíficas na educação básica: possibilidades e desafios. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 397-425.

HECK, Claudia Maiara; HERMEL, Erica do Espírito Santo. Análise imagética das células em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0709-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

HODSON, Derek. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14926156.2013.845327>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Melo; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260. 2003. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo5/pluralismociencias.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LEMOS, A. C. C. *et al.* O uso de modelo didático para o ensino de célula vegetal. **Revista da SBEnBio**, n. 3, 2010.

LEGEY, Ana Paula; JURBERG, Cláudia; COUTINHO, Cláudia M. L. M. Educação científica na mídia impressa brasileira: avaliação da divulgação de biologia celular em jornais e revistas selecionados. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 35-52, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37993>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LEMGRUBER, Márcio Silveira; OLIVEIRA, Helena Rivelli de. A analogia como um recurso argumentativo no ensino de Ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO - ANPED, 35., 2012, Porto de Galinhas. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2012. v. 01. p. 1-16.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasco. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál.**, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-49802007000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802007000300004)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante. A concepção de licenciandos sobre a biossegurança na atuação docente para o ensino prático de ciências e biologia. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 97-118, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p97>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Ludicidade e atividades lúdicas: uma abordagem a partir da experiência interna.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/267302232\\_LUDICIDADE\\_E\\_ATIVIDADES\\_LUDI\\_CAS\\_uma\\_abordagem\\_a\\_partir\\_da\\_experiencia\\_interna](https://www.researchgate.net/publication/267302232_LUDICIDADE_E_ATIVIDADES_LUDI_CAS_uma_abordagem_a_partir_da_experiencia_interna)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

MANZKE, Gabriela Rodrigues *et al.* Concepção de célula por alunos egressos do ensino fundamental: exercício 03  $\zeta$  indivíduos unicelulares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-11.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education**. v. 1, n. 1, p. 11-48, 1992. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00430208>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. In defense of modest goals when teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 2, p. 161-174, 1998. Disponível em:



<[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199802\)35:2%3C161::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-Q/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2%3C161::AID-TEA6%3E3.0.CO;2-Q/abstract)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. Changing the focus: from nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: **Advances in nature of science research**. Springer Netherlands, p. 3-26, 2012. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2457-0\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2457-0_1)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de educação e ensino de ciências**: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas. 2012. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MONERAT, Carlos Alberto Andrade; ROCHA, Marcelo Borges. Biologia Celular em textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, XI., 2017, Florianópolis: **Anais...** Rio de Janeiro, ABRAPEC, 2017, p.1-12.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva; MORADILLO, Edilson Fortuna de. O lúdico no ensino de Química: considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola** (Impresso), v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38\\_4/11-EQF-33-15.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38_4/11-EQF-33-15.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2018.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Modos de usos de textos de divulgação científica por futuros professores de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, IV ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN EN CIÊNCIAS EXPERIMENTALES. III, IV E V., 2010, Fortaleza: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2010, p. 1-8.

OLIVEIRA, Fausto Eduardo de; SILVA, Mirian Pacheco. Cell membrane: jogo eletrônico como recurso didático no ensino de citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0154-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ORTIZ, Etiane; SILVA, Marcos Rodrigues da. O uso de abordagens da história da ciência no ensino de biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 106-123, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/237>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia** (15º SNHCT). Florianópolis: SBHC, 2016

PALMERO, Maria Luz Rodríguez. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p.123-152,1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/633>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PINHO, Maria José Souza. **Gênero em biologia no ensino médio**: uma análise de livros didáticos e discurso docente. 185 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-3132007000200001&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-3132007000200001&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Wiley Online Library**, p. 601-626, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20435/abstract>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PÉREZ GOMÉZ, Angel Ignacio. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. Tradução: Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2001.

RAMOS, Altina; FARIAS, Paulo M.; FARIAS, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=12610&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

RAZERA, Júlio César Castilho; NARDI, Roberto. Ética no ensino de Ciências: responsabilidade e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Revista eletrônica Investigações em Ensino e Ciências**, v. 11, n. 1, 2006. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/502/302>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

REIS, Ingrid Andrade *et al.* O ensino de biologia celular sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia, **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPPEC, 2013, p. 1-9. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1593-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

REIS, Pedro; GALVAO, Cecília. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART13\\_Vol7\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART13_Vol7_N3.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2018.

RIOS, Emílio; SOLBES, Jordi. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 32-55, 2007. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART3\\_Vol6\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N1.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ROLOFF, Aion *et al.* O uso do “x” como marca de gênero no facebook®: uma análise sociolinguística. **Revista Versalete**, v. 3, n. 4, p. 26-42, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaversalete.ufpr.br/edicoes/vol3-04/26AionRoloff.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SADLER, Troy D.; DONNELLY, Lisa A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690600708717>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, p. 191-218, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/355/222>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SILVA, Cristiane Helena da *et al.* Modelos didáticos no ensino de biologia celular: uma experiência com a "célula-gel". In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-8.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de Conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. In: ENCONTRO DE ENSINO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE. IV., Distrito Federal: **Anais...** Rio de Janeiro, ANPAD, 2013, p. 1-14.

SILVA, Marcos Rodrigues da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. **Scientiae Studia**. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-92, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662010000100004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000100004)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SILVEIRA, Mariana Leite da; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. Alternativas didáticas para o ensino: uma revisão considerando a citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0542-2.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

SOUTO, Ana Carolina Peixoto; CÔRTEZ, Myriam Bandeira; LANCETTA, Carla Ferreira Farias. Descobrimo a célula através das mãos. In: II ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E I ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. II e I., 2007, Uberlândia. **Anais...** São Paulo: SBEnBIO, 2007, p. 1-5.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagem CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TANNER, Kimberly; CHATMAN, Liesl S.; ALLEN, Deborah. Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom - beyond students working in groups. **Cell Biology Education**, v. 2, p. 1-5, 2003. Disponível em: <<http://www.lifescied.org/content/2/1/1.full>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de**

**Educação**, v. 18 n. 52, p. 163-242, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782013000100010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782013000100010&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 23 out. 2018.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016. Disponível em: <<http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33/322-dossier-cts/746-educacao-em-ciencias-e-matematica-com-orientacao-cts-promotora-do-pensamento-critico>>. Acesso em: 23 out. 2018.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003. Disponível em: <<https://www.cebma.org/wp-content/uploads/Tranfield-et-al-Towards-a-Methodology-for-Developing-Evidence-Informed-Management.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

THORPE, Richard *et al.* Using knowledge within small and medium sized firms: a systematic review of the evidence. **International Journal of Management Reviews**, v. 7, n. 4, p. 257-281, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-2370.2005.00116.x/abstract>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.), **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. p. 1-14.

VILAS BOAS, Anderson *et al.* História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p287>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

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

ZEIDLER, Dana L.; NICHOLS, Bryan H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF03173684>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

## CAPITULO II

### Alterizações negativas e o problema da desconsideração moral: o caso de Henrietta Lacks e o ensino de biologia<sup>29</sup>

#### Resumo

A partir de um debate sobre o conceito de identidade e o papel dos discursos e práticas das ciências na determinação de padrões excludentes, de segregação e de subjugação, examinamos o caso de Henrietta Lacks, no qual ocorreram processos de alterização de raça, gênero e classe em um episódio histórico das ciências biomédicas, evidenciados pelo uso não informado/consentido de células do corpo dessa mulher, negra e pobre, na primeira metade do século XX. Discutimos sobre a articulação entre diferentes formas de alterização negativa, a partir da argumentação de que há uma mesma base ética para variadas formas de subjugação. Além disso, apresentamos implicações da discussão sobre processos de alterização negativa no ensino de biologia, a partir do caso de Henrietta Lacks. Para tanto, fundamentando-nos na filosofia moral, na proposta de politização do ensino de ciências de Hodson e em pressupostos da pedagogia crítica de Freire, para apontar possíveis caminhos para o uso do caso em sala de aulas de biologia, de modo a promover pensamento crítico sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, exame de questões éticas na produção do conhecimento científico, e formação para ação sociopolítica de combate ao racismo, sexismo e outras formas de alterizações negativas.

**Palavras-chave:** alterizações negativas, Henrietta Lacks, ensino de biologia.

#### Abstract

From the discussion about the concept of identity and the role of the discourses and scientific practices in the determination of exclusionary standards, of segregation and of subjugation, we examine Henrietta Lacks' case, in which occurred othering processes of race, gender and social class in a historical episode of the biomedical sciences, evidenced by uninformed/unconsented use of the cells of the body from this black and poor woman, in the first half of the twentieth century. We discuss the articulation between different forms of negative othering, from the argument that there is the same ethical basis for various forms of subjugation. Moreover, we present implications of the discussion about process of negative othering in the biology teaching, from Henrietta Lacks' case. For this, we are based on moral philosophy, in Hodson's proposal for the politicization of science education, as well as Freire's critical pedagogy, to point out possible ways for using this case in the

---

<sup>29</sup> O presente trabalho é uma versão ampliada e aprofundada do artigo "Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia", em coautoria com membros do Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências (GCPEC), apresentado em 2016, no 15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia (15º SNHCT). Discussões presentes nesse trabalho também foram ampliadas e publicadas no capítulo intitulado "A história de Henrietta Lacks como inspiração para o ensino de biologia celular voltado para a formação crítica sobre raça e gênero", no livro "Conteúdos cordiais: biologia humanizada para uma escola sem mordada", da coleção culturas, direitos humanos e diversidades na educação em ciências, em 2019. Este artigo será submetido à Revista Feminismos.

biology classrooms in order to promote a critical thinking about the relations between science, technology, society and environment, to discuss ethical issues in the production of scientific knowledge, and to educate for socio-political action aimed to combat racism, sexism and other forms of negative othering.

**Key-words:** negative othering, Henrietta Lacks, biology teaching.

## Introdução

O conceito de identidade na sociedade não se manteve estável ao longo da história, passando por mudanças significativas nos últimos anos. Stuart Hall (2006) situa o momento atual como a modernidade tardia, marcada principalmente pela mudança no significado de identidade, que passa a ser definida como um processo, de modo a romper com um conceito que consideramos de caráter essencialista<sup>30</sup>, por traduzir-se como uma característica fixa dos indivíduos. Por meio deste conceito, as normas determinadas socialmente instauram estereótipos, modelos de identidades, imprescindíveis à manutenção da ordem social, não havendo, portanto, espaço para interpretações de identidades distintas das que já existem.

Houve, então, uma mudança ontológica do conceito de identidade, de característica para processo. A significação de identidade como um processo instaura a noção do sujeito pós-moderno, caracterizado principalmente pela fragmentação, havendo um abandono do “eu” centralizado, abrindo margem a inúmeras possibilidades de identidades, as quais podem mudar a depender do momento e lugar (HALL, 2006).

A ideia de identidade como característica fixa fundamenta a existência dos estereótipos, os quais, além de estimular a marginalização dos diferentes, assegura o lugar dos “normais” (SILVA, 2000). O conceito de identidade como um processo rompe com a existência de um lugar preestabelecido para todos<sup>31</sup> e fornece uma visão mais ampla da construção de identidades.

---

<sup>30</sup> Estamos nos referindo a um conceito de identidade que inferimos da noção de sujeito sociológico do mundo moderno, descrito por Hall (2006), segundo a qual existe uma relação direta entre o eu construído pelo sujeito e a representação do mesmo no mundo cultural e social, havendo uma estabilidade e predição das identidades dos sujeitos de acordo com o mundo que ele habita, que também se torna mais estabilizado.

<sup>31</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que, inevitavelmente, abarca concepções ideológicas. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de

Esta visão ampla sobre a construção das identidades não implica necessariamente em um desaparecimento dos estereótipos, mas certamente poderá implicar na crítica a eles, por conta da não fixação de um lugar para “os normais”. No entanto, ainda hoje, a fixação de identidades em torno da normalidade é latente em nossa sociedade e não ocorre de forma desprezível, já que existe um jogo de forças sociais, permeado por relações de poder, as quais instituem as identidades dos grupos sociais na busca pela manutenção de privilégios (SILVA, 2000). Os critérios aludidos na padronização de identidades revelam as instituições de poder existentes. Foucault (1996) nos traz uma perspectiva ampla de como a organização da sociedade em torno dos discursos justifica e orienta a manutenção de padrões excludentes na ordem social, tudo isso imerso numa lógica complexa de relações de poder que instauram o lugar dos discursos e das pessoas.

Para uma ideologia dominante sobre as identidades, o lugar das pessoas numa sociedade excludente é definido por quem elas são, de um ponto de vista biológico, reduzindo-se a identidade a critérios biológicos que são (pré) determinantes, existentes nas pessoas desde o nascimento, sendo estas caracterizadas unicamente pelas marcas biológicas que apresentam. Por exemplo, o fato de uma pessoa ser mulher e ser negra, e assim, possuir certas características morfológicas mais ou menos específicas, como o fato de possuir seios e vagina e o nível de pigmentação da pele. Tais critérios biológicos associados a determinados discursos científicos<sup>32</sup> assumem lugar de peso na determinação de estereótipos de gênero (FEDIGAN, 1986), assim como na determinação de estereótipos de raça. A biologia é, então, utilizada para instaurar padrões de identidades baseados em critérios mais ou menos fixos.

---

nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*, 2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

<sup>32</sup> O exame crítico sobre as práticas científicas e tecnológicas não deve ser interpretado, nesta pesquisa, como uma visão estritamente negativa de tais práticas. Embora o termo “crítico” possa conotar, ao menos no senso comum, um olhar negativo ao objeto de análise, temos compreendido a crítica em seu sentido amplo, como um ramo do racionalismo, associado à apreciação, avaliação e análise sobre determinado objeto. Nesta pesquisa, explicitamos, como opção política, práticas científicas que são problemáticas do ponto de vista ético, mas não propomos com isso uma visão negativa da ciência que possa incorrer em atitudes anti-científicas, já que entendemos que a visão crítica é, *per sí*, uma visão equilibrada, que evita ingenuidade sobre as relações de poder existentes na produção e divulgação do conhecimento científico e que, ao mesmo tempo, aprecia a relevância da ciência como patrimônio da humanidade.

Muitos casos são ilustrativos da redução da identidade a critérios unicamente biológicos, a partir das políticas de verificação de sexo/gênero no esporte (PIRES, 2016b). Atletas de diversas nacionalidades – como María Patiño, espanhola, e Edinanci Silva, brasileira – passaram por testes genéticos para verificação de sexo/gênero. Patiño passou pelo procedimento de testagem cromossômica, implementado pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), em 1967. Em meados da década de 1980, a referida atleta passou pelo processo de testagem, o que levou ao seu banimento esportivo e à retirada de suas medalhas (PIRES, 2016a), sendo atestado que ela possuía os cromossomos XY, sendo considerada geneticamente homem.

Por meio desses testes, “a ex-judoca brasileira Edinanci Silva teve sua vida escrutinada não só pelo COI, mas também pelas mídias, que, ao saberem desses procedimentos para verificação de seu gênero, iniciaram uma cobertura invasiva e humilhante sobre sua vida” (PIRES, 2016a, p. 2). Pires (2016b) destaca que o COI trabalha buscando controlar as modalidades esportivas permitidas às mulheres ou as formas de atuação destas em competições oficiais,

de modo que de justificativas claramente sexistas no início do século XX, em que questionavam o lugar da mulher no esporte, os comitês e as federações esportivas passam a argumentar aos poucos a favor de uma proteção para a categoria de mulheres. Mas é preciso esclarecer que, ainda hoje, essa proteção pressupõe que regulações e procedimentos sejam feitos para garantir a elegibilidade de atletas em competições a partir de uma distinção sexual (PIRES, 2016b, p. 221).

São inúmeros os desconfortos causados pela violação dos corpos das atletas instituídos pelos padrões científicos que subjagam a identidade dessas pessoas.

Discursos e práticas científicos, como produções inseridas numa cultura, participam dos processos de alterização e, nesse sentido, podemos falar de alterização científica (ARTEAGA *et al.*, 2015). O termo “alterização” faz referência aos processos culturais de delimitação das formas possíveis da alteridade em um determinado marco sócio-histórico que estabelece o padrão de normalidade em cada sociedade. A partir deste padrão de normalidade, pode-se gerar hierarquizações de grupos humanos em escalas de superioridade e inferioridade, e segregação e marginalização dxs consideradxs anormais e inferiores, o que configura em processos de alterização negativa.



O caso de Henrietta Lacks (1920-1951) evidencia alterização científica no uso não informado/consentido de células de seu corpo, enquanto mulher negra<sup>33</sup>, num contexto histórico de segregação racial em que era consenso médico usar sem consentimento o corpo de pacientes negras e pobres para fins de pesquisa científica (SKLOOT, 2011). A partir da discussão desse caso, propomos uma problematização dos processos de alterização nas ciências biomédicas e na sociedade, de modo mais amplo, aliada a uma discussão sobre o uso didático deste caso, visando uma formação crítica para agir contra processos de marginalização e opressão, como o racismo e o sexismo.

Tendo em vista o papel central e histórico que a ciência ocupou e pode ocupar em processos de marginalização de grupos sociais e culturais, o pressuposto que motiva e orienta esse trabalho é de que o ensino de biologia não pode isentar-se de enfrentar temas relativos à alterização científica, às custas de perpetuar alguns pressupostos que regem a estereotipagem de grupos de seres humanos e os segregam. Do mesmo modo, o ensino de biologia não pode se isentar de debater sobre processos de alterização que conduzem à exclusão da consideração moral de animais não-humanos. Discutiremos com maior vagar sobre este aspecto na seção seguinte.

Ao contrário, se considerarmos que a educação escolar deve promover a formação integral, a qual extrapola as questões meramente cognitivas de aspectos conceituais da ciência, e incluem dimensões éticas, morais e questões interpessoais, nos parece evidente que o ensino de biologia deve assumir o papel de promover uma apreciação crítica dos impactos socioculturais que os discursos e práticas de alterização da ciência têm apresentado, no passado e no presente, que promovem visões problemáticas das relações étnico-raciais e de gênero e perpetuam desigualdades de classe<sup>34</sup>, além da desigual consideração moral dos animais de outras espécies.

---

<sup>33</sup> Sob um olhar interseccional, entendemos, assim como teorizou Grada Kilomba (2008), que a mulher negra, por não ser nem branca e nem homem, ocupa o espaço mais difícil dentro das nossas atuais organizações sociais. A mulher negra representa uma dupla alteridade, já que é a antítese de branquitude e masculinidade. Assim, “a mulher negra só pode ser o outro, e nunca si mesma. [...] Mulheres brancas têm um oscilante status, enquanto si mesmas e enquanto o “outro” do homem branco, pois são brancas, mas não homens; homens negros exercem a função de oponentes dos homens brancos, [...] pois são homens, mas não brancos; mulheres negras, entretanto, não são nem brancas, nem homens, e exercem a função de o ‘outro’ do outro.” (KILOMBA, 2008, p. 124).

<sup>34</sup> Temos compreendido classe tal qual elabora Jessé Souza (2009), por meio de uma perspectiva não economicista, superando a ideia de classe do economicismo liberal, como produto de “renda” diferencial dos indivíduos, e do marxismo tradicional, como “lugar na produção”. Na visão distorcida

Dois marcos teóricos são utilizados neste trabalho. O primeiro é a pedagogia crítica de Paulo Freire (1992, 2017) que, por meio da politização do ensino, apresenta um método de conscientização que refaz criticamente processos dialéticos de historicização. Dois aspectos característicos desta abordagem metodológica a tornam consistente com nossa perspectiva: (1) não tem a ingenuidade de supor que a educação, só ela, decidirá os rumos da história, mas tem a coragem suficiente para afirmar que a educação verdadeira conscientiza acerca das contradições do mundo humano; (2) é libertadora porque abre possibilidades de consciência das opressões que foram historicamente construídas, implicando o esforço de transformação da realidade concreta, objetiva.

O segundo marco teórico é a proposta de politização do ensino de Ciências de Derek Hodson (2004, 2013), de acordo com a qual a educação científica está comprometida em progredir para uma análise axiológica da ciência, e para a formação dxs estudantes para ação sociopolítica, neste caso, para posicionar-se, tomar atitude e reagir a processos e situações de racismo, sexismo, opressão de classe e demais alterizações que geram exclusão da consideração moral.

É a partir destas perspectivas que apresentamos uma análise sobre o caso de Henrietta Lacks, com intenção de propor caminhos para seu uso em intervenções de ensino voltadas para ação sociopolítica de combate ao racismo, sexismo e opressão de classe. Além de apresentar e discutir sobre o caso de Henrietta Lacks, discutimos sobre a articulação entre diferentes formas de alterização negativas, por meio de uma argumentação acerca da inclusão do especismo como desconsideração importante a ser tratada no campo teórico, de ação política e do ensino. Na penúltima seção apresentamos implicações da discussão sobre processos de alterização negativas no ensino de biologia. Em seguida, tecemos considerações finais. Para tanto, este trabalho apresenta-se como um ensaio teórico (DEMO, 1985) que busca construir, desvendar e sintetizar ideias e conceitos a partir de quadros teóricos de referência, por meio de uma perspectiva crítica de análise.

---

do economicismo, o marginalizado social é percebido como se fosse alguém com as mesmas capacidades e disposições de comportamento do indivíduo da classe média. Esconder os fatores não econômicos - como precondições sociais, emocionais, morais e culturais - da desigualdade é, na verdade, tornar invisíveis as duas questões que permitem compreender o fenômeno da desigualdade social: a sua gênese e a sua reprodução no tempo. Além da questão econômica, o que compõe a classe social, no contexto brasileiro, são os valores imateriais associados às capacidades de disciplina, autocontrole e autorresponsabilidade.

## **Alterização negativa como problema ético de desconsideração moral**

O termo “alterização” faz referência aos processos culturais de delimitação das formas possíveis de ser outro, por meio da rotulação e categorização deste, a partir de um determinado marco de referência sócio-histórico (ARTEAGA *et al.*, 2015). A alterização ocorre comumente nas sociedades ao passo em que são construídas as identidades, sendo que esta se torna negativa quando a produção de outros gera grupos marginalizados, subjugados, inferiorizados (ARTEAGA *et al.*, 2015). A alterização negativa ocorre, portanto, no processo de criação de distinções – artificiais e arbitrárias - entre um grupo e outro, com relações de poder assimétricas. Isso acontece em várias instâncias, homem - mulher, brancxs - negrxs, pobres - ricxs, humanos - não-humanos etc.

Arteaga e colaboradorxs (2015) discutem que, nas áreas da biologia humana e da biomedicina, não é difícil encontrar exemplos históricos de dispositivos tecnocientíficos que serviram para definir e excluir as diferentes formas de outros nas sociedades ocidentais. Nesse sentido, “negros, indígenas, ciganos, mulheres, homossexuais etc., cada um desses grupos humanos tem sido alterizado com as categorias ou com o instrumental mais confiável da ciência ocidental, em diferentes períodos históricos” (ARTEAGA *et al.*, 2015, p. 619).

Esses processos de alterização negativa estão, em nossa análise, associados intimamente com inúmeras formas de desigualdades sociais e injustiças, sendo que tais processos se materializam na relação entre opressorxs e oprimidxs, pois “inauguram a violência os que oprimem, os que exploram, os que não se reconhecem nos outros; não os oprimidos, os explorados, os que não são reconhecidos pelos que os oprimem como *outro*” (FREIRE, 2017, p. 58). Para Freire (2017), aqueles que oprimem inauguram o desamor e para xs opressorxs a pessoa humana é caracterizada apenas por eles, os outros, estes são “coisas”. Nesse processo de categorização do outro que gera opressão, há a tendência de transformação de tudo em objetos de domínio. Nas palavras de Freire (2017, p. 63) “a terra, os bens, a produção, a criação dos homens, os homens mesmos, o tempo em que estão os homens, tudo se reduz a objeto de seu comando”, comando dxs opressorxs.

Um exemplo icônico de alterização negativa pelas ciências naturais é o caso de Sarah Baartman<sup>35</sup>, episódio que evidencia a objetificação total do corpo da mulher negra. O corpo de Sarah Baartman (1789-1815), foi “coisificado” pela ciência europeia no início do século XIX num duplo sentido, como objeto de estudo e objeto sexual. No século XIX, tínhamos uma sociedade marcada pela valorização de uma certa racionalidade e cientificidade, a partir das quais eram pautadas práticas que instituíam o que era “normal” e marginalizavam o que era “diferente” (HALL, 1997). Entre as práticas recorrentes desta época, estavam os *freak shows* ou shows de horrores, apresentações comuns na Europa, nas quais eram exibidos os seres considerados como aberrações e que atraíam a atenção de grandes públicos.

Sarah Baartman foi alterizada negativamente principalmente em decorrência da visão da ciência da época sobre alguns aspectos relativos à anatomia de seu corpo, como por exemplo, o acúmulo de gordura nas nádegas (esteatopigia) e uma extensão maior de seus grandes lábios, sendo sua história marcada pela total privação dos seus direitos fundamentais. Ela chegou na Europa em 1810, levada da região sul da África. Após ser batizada de Saartjie Baartmann, passou a ser apresentada nos *freak shows* como um animal selvagem, sendo privada do direito sobre o seu corpo. Nessas exposições era comum, por exemplo, ser cobrada uma taxa para que os visitantes pudessem tocar em suas nádegas (CITELI, 2001).

Estas representações e práticas repulsivas, que desconsideravam o direito de Baartmann, ao seu próprio corpo tiveram também o seu referencial científico. Ao chegar na Europa, após ser apresentada em *freak shows*, o corpo de Sarah foi estudado sistematicamente por importantes cientistas europeus, como Cuvier (1817). A coisificação do corpo de Baartmann pelos cientistas partia de um arcabouço das ciências biomédicas que, durante o século XIX, retratavam o corpo da mulher como incompleto, instável e que servia como um objeto receptor das necessidades eróticas do homem. Essa imagem do corpo feminino ainda persiste no imaginário social e fundamenta desigualdades de gênero e desrespeito ao corpo das mulheres (MATOS, 2003; FERNANDES, 2009). No caso de Baartmann, além de mulher, ela era negra, e representava a total alteridade do que era normal e superior (homem, branco) na Europa e na ciência daquele período.

---

<sup>35</sup> O caso é melhor descrito no artigo “Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia”, publicado nos anais do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia (15º SNHCT), disponível no link: <http://www.15snhct.sbhct.org.br/site/anaiscomplementares>.

O entendimento do conceito de alteridade e de como os processos de alterização se instituem auxilia na análise do que fundamenta muitos valores, discursos e práticas excludentes que ocorreram e continuam ocorrendo. A marginalização dos diferentes ocorre na medida em que uma determinada identidade é assumida como “normal” e, então, passa a ser naturalizada de tal forma que o diferente se torna louco, selvagem (SILVA, 2000) e desconsiderado moralmente.

O caso de Henrietta Lacks - que será melhor discutido na seção seguinte – também evidencia alterização que conduz à desconsideração moral, já que ela, mulher, negra e pobre, não teve conhecimento sobre o uso das células de seu corpo para estudos científicos, no contexto das leis segregacionistas do século XX, nos Estados Unidos (PAIVA *et al.*, 2016).

Essas formas de desconsideração moral ocorridas nos casos supracitados evidenciam, pelo menos, duas alterizações negativas: racismo e sexismo. Gostaríamos de argumentar, ademais, que há formas outras de marginalização que merecem destaque na discussão ampla e interseccional das opressões. Uma forma de alterização importante a ser considerada é o especismo<sup>36</sup> - preconceito com base na espécie.

Para este debate, nos apoiamos principalmente nas ideias de Peter Singer e Carol Adams sobre as articulações evidentes entre variadas formas de desconsideração moral. Singer (2004), interessado principalmente em expandir o círculo da consideração moral para os animais não-humanos, de um lado, e Adams (2012), focada na teoria da política sexual da carne, articulando sexismo e especismo, de outro, dialogam sobre o principal argumento que propomos nesta seção.

Já tem sido consensual no campo dos estudos feministas – em especial da vertente interseccional e do feminismo negro (DAVIS, 2016) - a necessidade de compreensão sobre os mecanismos de opressão de modo integrado e não isoladamente, a partir do entendimento de que há uma mesma base para alterizações negativas diversas, como o racismo, sexismo, LGBTfobia<sup>37</sup>, opressão

---

<sup>36</sup> O termo “especismo” foi cunhado por Richard Ryder, sendo adotado desde a primeira edição no livro “Libertação animal” e surge na segunda edição do *The Oxford English Dictionary* (SINGER, 2004).

<sup>37</sup> O termo LGBTfobia consiste nas diferentes formas de abusos, discriminações, ódio e exclusão associadas a diversas formas de violência que pessoas lésbicas, gays, bissexuais e transexuais

de classe, discriminação de pessoas com necessidades especiais etc. Essa concepção parte principalmente da necessidade da não-hierarquização das opressões, a partir da consideração da intersecção de raça, classe e gênero para possibilitar um novo modelo de sociedade (DAVIS, 2016).

Essa análise não isolada das opressões é um grande avanço em termos de compreensão da sociedade e atuação sociopolítica. No entanto, consideramos que é necessário avançar para uma análise mais profunda das opressões, a partir de uma concepção não-antropocêntrica de mundo, em que as opressões possam ser compreendidas sob uma perspectiva ecologicamente ampla, como a lógica ecocêntrica<sup>38</sup>, incluindo a consideração do sofrimento, subjugação e inferiorização que nossa espécie tem atribuído aos animais não-humanos ao longo da história.

Embora a alterização, tradicionalmente, esteja centrada na análise de grupos humanos, a partir da construção de alteridades, na produção cultural, focalizando, assim, a dimensão social, entendemos que a alterização – e nesse caso a alterização negativa – também incide na relação das pessoas com os animais não-humanos. Esta alterização negativa se materializa no que Singer (2004) chama de especismo, que é um preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies, de forma arbitrária.

Nosso argumento de inclusão da consideração moral de animais não-humanos está pautado no princípio da igual consideração de interesses semelhantes em Singer (2004), que podemos chamar aqui de equidade, já que não requer um tratamento igual ou idêntico; requer consideração igual. Nesse sentido, defendemos que, segundo o princípio da consideração igual, adotado por Singer

---

podem estar submetidas. Tal submissão está associada às relações de poder impostas pela hegemonia da heteronormatividade, ou seja, a produção e reafirmação compulsória da norma heterossexual (LOURO, 2009). A sigla LGBT, de Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transexuais, é limitada, por não abarcar a diversidade de expressões de identidade sexual e de gênero, mas a utilizamos como representação para esta diversidade sexual.

<sup>38</sup> Grün (2007) discorre sobre o debate entre a ética ambiental antropocêntrica e as possibilidades de superação desta lógica que, na tradição ocidental dominante, tematiza unicamente as relações humanas. Várias tendências em ética ambiental se colocam contra as lógicas que concedem apenas valor instrumental, de uso e de negociação às entidades não-humanas, que envolvem uma visão restritiva do ser humano como única unidade passível de consideração moral. Nessa oposição, estas tendências atribuem à natureza valor intrínseco (GRÜN, 2007), dando vez a uma lógica ecocêntrica. Uma compreensão importante das éticas ambientais não antropocêntricas é de que os valores intrínsecos da natureza podem ser úteis à crítica do ecofeminismo às relações patriarcais estabelecidas pelo domínio dos homens, brancos e capitalistas sobre a natureza (GRÜN, 2007). Ademais, as éticas ambientais têm um enorme potencial subversivo, pois não aceitam o *status quo* que tornou parte da humanidade dominadora da natureza, não aceitando, portanto, a ordem social vigente (GRÜN, 2007).

(2004), a consideração dos interesses deve ser ampliado a todos os seres, negros ou brancos, masculinos ou femininos, humanos ou não-humanos. Este apelo de inclusão de animais não-humanos na consideração moral se vincula aos princípios morais básicos que todos aceitamos, a partir da defesa de que não pode haver qualquer razão - com exceção do desejo egoísta de preservar os privilégios do grupo explorador - para a recusa de inclusão de membros de outras espécies no princípio básico da igualdade (SINGER, 2004).

Nessa perspectiva, ampliamos a consideração para evitar não apenas o sofrimento dos humanos, mas evitar e lutar contra o sofrimento<sup>39</sup> e os maus tratos dos animais não-humanos, opondo-nos à discriminação arbitrária, já que consideramos injusto infligir sofrimento desnecessário a outro ser, mesmo não sendo esse ser membro da nossa espécie, de modo que o princípio moral básico da igual consideração de interesses semelhantes não se restrinja arbitrariamente à nossa própria espécie (SINGER, 2004).

Singer (2004) nos ajuda a perceber como a desconsideração moral tem uma base ética, sendo associada ao subjugação **do outro** por critérios arbitrários ou fúteis. O subjugação envolve sempre níveis de sofrimento, os quais podem ser físicos, psíquicos, emocionais etc. Singer (2004) discute que os racistas violam o princípio da consideração igual, atribuindo maior peso aos interesses dos membros da sua própria raça; os sexistas violam o princípio da consideração igual ao favorecerem os interesses do seu próprio sexo e, da mesma forma, os especistas permitem que os interesses da sua própria espécie dominem os interesses maiores dos membros das outras espécies. O padrão é, em cada caso, idêntico (SINGER, 2004). Sobre este aspecto, Adams (2012) advoga que “a justiça não deve ser um artigo frágil a ponto de não poder ser estendida para além da barreira da espécie *Homo sapiens*.” (ADAMS, 2012, p. 34).

Carol Adams (2012) elabora argumentos em torno da articulação da desconsideração moral que mulheres e animais não-humanos sofrem, a partir da discussão sobre o que ela chamou de política sexual da carne. O que a política sexual da carne afirma é que o modo como é estruturada a política em relação ao gênero relaciona-se com o modo como vemos os animais, especialmente os animais que são consumidos (ADAMS, 2012). Sob essa perspectiva de consumo, a autora

---

<sup>39</sup> Para melhor argumentação sobre senciência, dor, sofrimento e consideração moral de animais não-humanos, ver Singer (2004) e Felipe (2009).

utiliza o conceito de **referente ausente**, que é o que separa o carnívoro do animal e o animal do produto final. A função do referente ausente é manter a “carne” separada de qualquer ideia de que ela já foi um animal, manter distante da refeição a ideia real do animal, evitando que a “carne” seja vista como tendo sido um ser. Por trás de toda refeição com carne há uma ausência: a morte do animal cujo lugar é ocupado pela carne (ADAMS, 2012).

Para Adams (2012), o referente ausente é a possibilidade de entrelaçamento da opressão das mulheres e dos animais, já que os animais são o referente ausente no ato de comer carne e são também o referente ausente as imagens de mulheres subjugadas, fragmentadas ou consumíveis. O sexismo sustenta uma cultura de seres vivos transformados em mercadoria, seres que não são suficientemente bons, pois simplesmente são usados para servir aos caprichos da cultura patriarcal, sendo vestidos/expostos/mutilados (ADAMS, 2012). Nesse sentido, a autora compreende que o feminismo trata tanto das relações entre homens e mulheres quanto “é também uma ferramenta analítica que ajuda a expor a construção social das relações entre os seres humanos e os outros animais.” (ADAMS, 2012, p. 19).

Em geral, o processo de ver o outro como consumível, como um objeto, é invisível para a maioria das pessoas, sendo que essa invisibilidade ocorre por conta da visão da cultura dominante. Na oposição a este *status quo*, o ponto central da política sexual da carne é de que “não podemos polarizar o sofrimento humano e animal, uma vez que eles se inter-relacionam” (ADAMS, 2012, p. 26). Nesse sentido, essa perspectiva de feminismo contesta a fragmentação do ativismo, reconhecendo as conexões entre as opressões.

### **Henrietta Lacks: a heroína negra não celebrada pela medicina e suas células HeLa**

As relações de poder que existem no processo de produção do conhecimento científico podem fazer com que muitas histórias sejam ocultadas e/ou esquecidas, tal qual a história de Henrietta Lacks. Henrietta foi uma mulher negra nascida em Virgínia, nos Estados Unidos, na década de 1920. Como descendente de pessoas que foram escravizadas, ela não teve uma vida fácil, precisando trabalhar nos campos de tabaco em que seus ancestrais haviam labutado. Com 30 anos,



percebeu um caroço em seu colo do útero e precisou ir ao Hospital Johns Hopkins<sup>40</sup>, único num raio de muitos quilômetros que tratava de pacientes negrxs. Aquela era a época das leis segregacionistas e mesmo este hospital que atendia pacientes negrxs, separava-xs em enfermarias para “gente de cor” (SKLOOT, 2011). Essa segregação ficava evidente na existência de banheiros para as pessoas de cor, sala de exames para negros, enfermaria para mulheres de cor, sala de cirurgia pra pacientes negros, enfermaria de negros, coleta de sangue dos negros, geladeira para pessoas de cor etc. (SKLOOT, 2011).

Howard Jones – ginecologista que atendeu Henrietta em sua primeira busca de tratamento – escreveu: “o Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico” (SKLOOT, 2011). Esta declaração é representativa de práticas discriminatórias, baseadas em concepções de raça, gênero e classe social, em sistemas de saúde pública, decorrentes da institucionalização dos processos de alterização negativa no campo da medicina.

Embora a alterização científica materializada no uso de corpos, no contexto do Hospital Johns Hopkins, possa ter acontecido com pessoas brancas e com homens, o contexto sociohistórico de segregação racial colocava mulheres negras em um lugar de subjugação mais expressivo, já que este hospital fora construído para atender pessoas pobres e a maioria destas pessoas era negra. Ademais, o século XX foi marcado por relações desiguais de gênero, sendo a submissão feminina um aspecto importante da ideologia na época – que reverbera até os dias atuais, em muitos aspectos -, além de ser também um período marcado por lutas de movimentos sociais feministas organizados (PINHEIRO; BRANCO, 2009).

Diagnosticada com câncer do colo do útero, Henrietta foi submetida aos procedimentos de tratamento. Como era comum na época, embora ninguém tivesse perguntado se ela queria ser doadora de amostra de seu tecido de colo do útero, seu médico coletou amostras, antes mesmo de iniciar o tratamento, e mandou-as para o Dr. George Gey, chefe de pesquisa de cultura de tecidos do Hospital Johns Hopkins (SKLOOT, 2011).

---

<sup>40</sup> O Hospital Johns Hopkins foi construído em 1889 como um hospital de caridade para enfermos e pobres. Na época em que Henrietta buscou atendimento, em 1950, as enfermarias estavam lotadas de pacientes, a maioria negrxs sem dinheiro para pagar médicos particulares. Na época das leis segregacionistas, se negrxs aparecessem em hospitais para brancos, costumavam ser mandados embora, ainda que isso significasse possibilidade de morte no estacionamento (SKLOOT, 2011).

Dr. Gey e sua esposa Dra. Margaret, desde a década de 1920, ano de nascimento de Henrietta, analisavam amostras de qualquer mulher que surgisse no Johns Hopkins com câncer cervical, a fim de usá-las para investigar a causa e a cura do câncer (SKLOOT, 2011). Todas as células morriam após um tempo na cultura, menos as de Henrietta. Gey codificava as células usando as duas primeiras letras do primeiro e último nome da paciente. Dessa maneira, as células de Henrietta – e a própria Henrietta – ficaram conhecidas como “HeLa”. As células HeLa – primeiras células humanas a se reproduzirem indefinidamente em laboratório - são consideradas imortais por se dividirem num número ilimitado de vezes, desde que mantidas em condições ideais em laboratório (SKLOOT, 2011). É importante ressaltar que inúmeras mulheres tiveram suas células do colo do útero extraídas sem conhecimento e consentimento, já que esta prática advinha desde 1920 e tinha amparo legal na época. Henrietta Lacks só passou a ser conhecida, ao menos pelo público em geral, porque suas células têm a característica específica de proliferação ilimitada em condições de laboratório, o que chamou a atenção de Rebecca Skloot<sup>41</sup>, que, enfrentando inúmeras dificuldades em suas pesquisas bibliográficas, viagens, contatos com familiares de Henrietta (especialmente com Deborah, sua filha mais velha) e entrevistas com pesquisadorxs (LEYSER, 2012), dedicou 10 anos para estudar o caso de Henrietta Lacks e sistematizá-lo no livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”, o qual revela sua história.

A distribuição das células HeLa - feita por Dr. Gey - para diversxs cientistas possibilitou o uso dessa linhagem em diferentes estudos, como nas pesquisas sobre infecções virais (HIV e sarampo, por exemplo), descrição dos cromossomos humanos e testes de produtos cosméticos e farmacêuticos, sendo que as células passaram a ser fundamentais para o estabelecimento e padronização de técnicas seminais de cultura de células, que, no final da década de 1990, permitiram as primeiras tentativas de clonagem celular (LEYSER, 2012). As células de Henrietta – uma heroína negra não celebrada pela medicina – contribuem desde então para o desenvolvimento de pesquisas sobre diversas patologias, trazendo benefícios singulares para a sociedade, como o desenvolvimento de vacinas contra a poliomielite, clonagem, mapeamento de genes e fertilização, por exemplo (VILLAR, 2012). Suas células fizeram parte de pesquisas sobre genes que predisõem a

---

<sup>41</sup> Bacharela em Ciências Biológicas e especialista em escrita narrativa sobre ciência.

câncer e daqueles que o suprimem e ajudaram a desenvolver remédios para tratamento de herpes, leucemia, hemofilia e mal de Parkinson. Elas também têm sido usadas para estudos sobre células-tronco, digestão da lactose, doenças sexualmente transmissíveis, cura da cegueira e longevidade humana, dentre outros (SKLOOT, 2011). Essas células são muito utilizadas em estudos de citotoxicidade e controle de qualidade (ALVES; GUIMARAES, 2010). É muito difícil imaginar pessoas que, nos tempos atuais, não tenham se beneficiado das células de Henrietta.

As células HeLa deram origem a uma verdadeira revolução na medicina, sustentada por uma indústria biotecnológica multibilionária, de modo que as descendentes celulares do tecido canceroso de Henrietta são hoje mantidas vivas em laboratórios de todo o mundo, sendo que amostras dessas culturas constituem mercadoria comercial valiosa e são largamente utilizadas em investigações em genética e biologia molecular, por exemplo (LEYSER, 2012).

As contribuições das células HeLa são inquestionáveis, porém, o uso de células sem conhecimento e consentimento, em um contexto de subjugação, gera sério debate ético. Fica a questão: até que ponto vale o progresso da ciência em detrimento da dignidade humana?<sup>42</sup> Deborah, filha de Henrietta, faz uma reflexão importante acerca desta questão, no caso do uso das células HeLa, que remete ao fato de a família, que vivia em situação precária, não ter recebido benefícios financeiros decorrentes desse uso:

Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico? As pessoas ficaram ricas às custas da minha mãe, e a gente nem sabia que tinham pegado as células dela, e a gente não recebeu um centavo. Antes eu ficava tão furiosa com isso que ficava doente e tinha que tomar remédio. Mas não tenho mais força para lutar. Só quero saber quem foi minha mãe. (SKLOOT, 2011, p. 27).

Além de não serem informadas e nem terem qualquer tipo de explicação sobre as características das células de Henrietta – o que fez Deborah ter adquirido sérios problemas de saúde física e mental –, médicos do Hospital Johns Hopkins

---

<sup>42</sup> Embora aqui estejamos nos referindo a dignidade humana, é importante destacar que dignidade não é apenas uma qualidade da vida humana, mas se estende para animais não-humanos. Tom Regan analisa fundamentos justificadores de direitos e busca um critério moralmente relevante, propondo a noção de *sujeitos-de-uma-vida*, indicando que os seres dotados de certas capacidades e habilidades mentais - capazes de demonstrar características como autoconsciência, percepção de futuro e passado, posse de uma identidade psicológica atemporal – devem ter direito ao respeito à vida, liberdade e integridades física e psíquica (REGAN, 2001). Nesse sentido, são *sujeitos-de-uma-vida* e merecem consideração moral também os animais não humanos.

solicitaram coleta de sangue dos filhos e de Day Lacks - marido de Henrietta -, o que, na interpretação de Day, teria servido para testes, a fim de analisar se tinham o mesmo câncer que matou Henrietta. No entanto, os cientistas estavam procurando marcadores genéticos específicos das células HeLa, já que poderiam deduzir muita coisa do genótipo de Henrietta Lacks com base no material genético de seus filhos e de seu marido (SKLOOT, 2011).

Segundo Skloot (2011), o médico havia explicado sobre o real objetivo da coleta de sangue, mas o marido de Henrietta não tinha entendido o conceito de células imortais ou de marcadores genéticos, pois, além de o sotaque do pesquisador que lhe explicara ser bem carregado, Day só frequentara a escola durante quatro anos de sua vida e jamais estudara ciências. “O único tipo de célula de que tinha ouvido falar era a célula penitenciária em que Zakariyya [filho de Henrietta] estava vivendo em Hagerstown. Portanto, fez o que sempre fizera quando não entendia o que um médico dizia: assentiu com a cabeça e disse sim” (SKLOOT, 2011, p. 234). Quando Day avisou para os filhos que os médicos do Hopkins iriam examinar o sangue de todo mundo para ver se estavam com o câncer que Henrietta teve, Deborah entrou em pânico por achar que também estaria com câncer, já que sua mãe morreu com 30 anos e ela já temia pelo seu trigésimo aniversário (SKLOOT, 2011). Vale ressaltar que a família só soube mais de 20 anos após a morte de Henrietta que as células retiradas do tumor permaneciam vivas em laboratórios – o que gerou espanto, medo e revolta por acharem que a própria Henrietta estivesse viva (LEYSER, 2012). Tais fatos evidenciam as consequências da precária comunicação de cientistas e médicos com a sociedade, o que reverbera até os dias atuais.

Outras práticas médicas evidenciam mais uma forma de subjugação associada à alterização de raça e de gênero, as histerectomias injustificáveis realizadas no século XX. Richard TeLinde, médico e pesquisador de referência em cirurgia ginecológica e carcinoma invasivo<sup>43</sup>, preocupava-se com o excesso de histerectomias realizadas como resultado de falsos diagnósticos de câncer cervical (SKLOOT, 2011; LEYSER, 2012). Os aspectos éticos dessa prática foram

---

<sup>43</sup> Os estudos de TeLinde sobre o carcinoma *in situ* e o carcinoma invasivo, bem como sua preocupação com as histerectomias desnecessárias, podem ser encontrados em diversos artigos, inclusive em “*Hysterectomy: present-day indications*” (1949) e “*Clinical relationship of carcinoma in situ and invasive carcinoma of the cervix*” (1952), sendo que a discussão de TeLinde sobre os efeitos psíquicos da histerectomia pode ser encontrada no primeiro artigo aqui mencionado (SKLOOT, 2011).

problematizados até mesmo por este especialista em câncer cervical, que também realizava a prática, frequente na época, de usar pacientes de enfermarias públicas como objetos de suas pesquisas sem consentimento. TeLinde resolveu repudiar o que chamou de “histerectomias injustificáveis”, insistindo que, antes de operarem, os cirurgiões comparassem os resultados do papanicolau com biópsias (SKLOOT, 2011).

Skloot (2011) destacou também as histerectomias realizadas em mulheres negras e pobres para impedi-las de se reproduzir e para dar a médicos jovens a chance de praticarem tal procedimento. Neste contexto histórico, era comum também a prática de esterilização involuntária – uma forma racista de controle de natalidade em massa, já que em 1932 a Sociedade Eugenista podia se orgulhar de que pelo menos 26 estados tinham aprovado leis de esterilização compulsória e de que milhares de mulheres já haviam sido cirurgicamente impedidas de se reproduzir (DAVIS, 2016). Incontáveis jovens foram submetidas à prática abusiva da esterilização cirúrgica, sendo que a política do governo dos Estados Unidos tinha um inegável viés racista e de classe, de modo que mulheres negras, porto-riquenhas, de origem mexicana e indígena, ao lado de suas irmãs brancas pobres, continuaram a ser esterilizadas em números desproporcionais (DAVIS, 2016).

Pesquisadorxs escolhiam cobaias negras como parte dos processos de desumanização e alterização negativa, embora justificassem esse uso, como era comum na medicina norte-americana da época, com algum argumento essencialista, nesse caso específico, afirmando que xs negrxs eram uma raça especialmente propensa a portar e transmitir sífilis. É muito conhecido, por exemplo, o estudo experimental realizado em Tuskegee, centro de saúde no estado do Alabama, Estados Unidos da América, por meio do qual médicos observaram pessoas negras doentes de sífilis morrerem, sem lhes oferecer antibióticos, para estudar o desenvolvimento natural da doença, após terem omitido seu diagnóstico e prognóstico esperado (GAMBLE, 1997). Neste contexto, à medida que pessoas negras foram migrando do sul para o norte dos EUA, as histórias de que hospitais sequestravam negrxs para pesquisa só aumentaram (SKLOOT, 2011; LEYSER, 2012).

O contexto social desfavorável, como classe social ou pertencimento a grupo minoritário discriminado, é um exemplo de vulnerabilidade extrínseca e uma doença, por sua vez, evidencia a vulnerabilidade intrínseca (GUEDES, 2013). Henrietta

apresentava os dois tipos de vulnerabilidade, pois era mulher, negra e pobre – vulnerabilidade extrínseca - e doente de câncer nos Estados Unidos da década de 1950 – vulnerabilidade intrínseca.

Atividades tecnocientíficas se mostram pretensamente neutras, cuja cientificidade ou caráter técnico oculta sua dimensão ideológica no terreno histórico dos sistemas de dominação social (ARTEAGA *et al.*, 2015). Tal dominação perpassa pelo que Foucault chamou de “biotecnopoder” que consiste na prática dos estados modernos de explorar numerosas técnicas para subjugar os corpos e controlar a população (FOUCAULT, 1978). A prática médica no contexto segregacionista dos EUA no século XX é uma evidência da falsa neutralidade tecnocientífica associada ao subjugação de corpos e controle da população, já que era consenso médico no Hospital Johns Hopkins, por exemplo, que o fato de xs pacientes, negrxs e pobres, não pagarem por consultas e tratamentos lhes permitia usá-lxs como cobaias, sem consentimento, para o avanço da ciência, sendo que as mulheres eram objetificadas por um aparato simbólico-ideológico e pragmático que categorizava seus tecidos - extraídos de seus corpos sem que soubessem. O caso de Henrietta é um episódio icônico que demonstra subjugação de classe, de raça e de gênero que inúmeras mulheres sofreram nesse período. Vale ressaltar que este caso somente é icônico pela característica específica das células de Henrietta e pelos benefícios advindos delas em termos de progresso da ciência e medicina.

Nesse contexto, encontramos desigualdades biomédicas baseadas em concepções de raça e etnicidade, o que indica que tais sistemas de saúde pública mostram-se discriminatórios em decorrência de processos de alterização (ARTEAGA *et al.*, 2015) de raça, classe e gênero: “Preconceitos inadvertidos ou inconscientes podem irromper em situações clínicas rotineiras, trazendo à tona padrões de poder em relação ao gênero, à etnia, ou à posição social dos pacientes” (ARTEAGA *et al.*, 2015, p. 13).

O caso de Henrietta Lacks evidencia o impacto das práticas científicas na vida da sociedade e os aspectos controversos da conduta de cientistas. Certamente como resquícios de uma cientificidade supervalorizada no século XIX, na década de 1950, nos EUA, não ocorriam discussões sobre questões éticas da ciência. Tentativas de regulamentação eram frequentemente seguidas de protestos de médicos e pesquisadores, sob a alegação de interferência no desenvolvimento da ciência (LEYSER, 2012). Após o advento do uso cruel de judeus e outros grupos

humanos por nazistas, em 1947, em que sete médicos foram condenados, ocorreu a proposição do Código de Nuremberg, que passaria a orientar todos os experimentos com seres humanos no mundo. Daí surgiu a ideia da necessidade de consentimento voluntário para participar de experimentos, sendo que cada sujeito de pesquisa deve sempre ter acesso aos fatos necessários para a tomada de decisões (LEYSER, 2012). A questão da autonomia e dos direitos dos sujeitos de pesquisa na área biomédica permanece polêmica na atualidade, em especial quando populações vulneráveis estão envolvidas (LEYSER, 2012), como pessoas negras, mulheres, pobres e animais não-humanos.

O progresso da ciência é avaliado comumente em termos epistemológicos, mas aqui fazemos um esforço para analisar em termos axiológicos, versando sobre o processo de alterização científica e institucional. Sobre aspectos éticos da produção do conhecimento científico pelas ciências biomédicas no uso de corpos, que perpassam o caso de Henrietta e transcendem para demais corpos de seres subjugados arbitrariamente, como os corpos de animais não-humanos, é importante notar que posições clássicas como a de Claude Bernard, fisiologista de prestígio no século XIX, são frequentemente repetidas em favor da experimentação animal por cientistas que defendem valores hegemônicos do uso de animais, comuns também na atualidade. Dizia Claude Bernard:

Um fisiologista não é um homem que segue as tendências do seu tempo, mas um homem de ciência, absorvido pela ideia científica que ele persegue: ele já não ouve os gritos dos animais, ele já não vê o sangue que jorra, ele vê apenas sua ideia, e percebe apenas organismos escondendo problemas que ele pretende resolver. Da mesma forma, nenhum cirurgião é impedido pelos gritos e soluços mais comoventes, pois ele vê apenas sua ideia e o propósito da operação [...]. Consideramos fútil ou absurda toda discussão sobre a vivissecção. [...] E como é impossível satisfazer a todos, um homem de ciência deve atender unicamente à opinião dos homens de ciência que o compreendem, e deve estabelecer suas regras de conduta com base exclusivamente em sua própria consciência. (BERNARD, 1957, p. 103).

É importante notar que há, obviamente, algo de comum entre os corpos daqueles que sofrem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, como animais, mulheres, negrxs, indígenas etc. Quando falamos em uso dos corpos pela ciência fica nítido o vínculo com o caso das células HeLa, uma vez que as células HeLa são partes de um corpo, mais especificamente um corpo de uma mulher negra, submetida a processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral - pelo menos três: sexismo, racismo e opressão

de classe. A lógica de subjugação é a mesma (SINGER, 2004; ADAMS, 2012), daí a razão de explicitarmos tais convergências.

A forma como cientistas enxergavam corpos negrxs, femininos, de pessoas pobres e de animais não-humanos no século XIX reverbera até os dias atuais, já que diversos processos de alterização operantes nos discursos e nas práticas das ciências biomédicas, na história recente, têm conduzido à exclusão de diferentes categorias de outros, ao tratá-los como inferiores, em função de determinadas práticas institucionalizadas dentro da comunidade científica (ARTEAGA *et al.*, 2015).

As células HeLa são usadas em diversas pesquisas atualmente, mas muitos dos trabalhos que relatam seu uso não mencionam nada acerca da história por trás da obtenção delas. O trabalho de Neckel (2011), que buscou avaliar efeitos antineoplásicos *in vitro* e *in vivo* do composto Chalcona N9, obtido sinteticamente, faz na introdução uma discussão sobre aspectos históricos de pesquisas sobre o câncer e a autora relata que em 1951 foi anunciado que era possível cultivar continuamente células humanas em laboratório. O trabalho destaca que “Eles haviam criado a linhagem HeLa em homenagem a Henrietta Lacks, a paciente da qual fora coletada a amostra de tecido de câncer de colo de útero para a biopsia” (NECKEL, 2011, p. 4). É importante destacar que as HeLa não foram uma homenagem a Henrietta, sendo, na realidade, uma forma que se tinha na época para nomear as células. No lugar de uma referência de homenagem às pacientes, havia uma forma de invisibilizar as pessoas que estavam por trás de tais estudos. Podemos compreender, assim, com base na elaboração teórica de Adams (2012) acerca do referente ausente, discutido na seção anterior, que Henrietta Lacks representa o referente ausente, escondida pela sigla HeLa, de forma que a pessoa que tem interesses sobre o próprio corpo e é digna de consideração moral é intencionalmente ocultada. Assim, o referente ausente é um sujeito inteiro que vem sempre de um corte, seja este sujeito reduzido a uma sigla que representa as células extraídas do colo do útero de uma mulher sem seu conhecimento e consentimento, seja o pedaço de carne consumido sem a profunda reflexão de que este corte fez parte de um animal não-humano, também digno de consideração moral.

Assim como em outros trabalhos (LUCEY; NELSON-REES; HUTCHINS, 2009; ALVES; GUIMARAES, 2010; HORBACH; HALFFMAN, 2017), na pesquisa de Neckel (2011) não há referência alguma – nem numa nota de rodapé – sobre a



controvérsia ética-moral do caso, em que seria importante destacar aspectos éticos da própria produção do conhecimento científico e questões sociais problemáticas como o racismo, o sexismo e a opressão de classe, vinculadas à desconsideração moral de Henrietta. No trabalho de Marcondes (2013), embora haja menção sobre o uso das células HeLa ter sido sem consentimento, não há nenhuma referência ao processo de racismo, sexismo e opressão de classe no qual Henrietta esteve submetida. Tais constatações nos levam a uma reflexão acerca da necessidade de que as ciências biomédicas empreendam análises sociais e éticas dos conhecimentos que utilizam e produzem.

No caso de Henrietta, a retirada de células não repercutiu na integridade física da paciente – como era comum com inúmeros grupos humanos alterizados pela ciência -, mas trouxe consequências, décadas após sua morte, para seus familiares (GUEDES, 2013) e também para sua memória, em virtude do seu longo apagamento histórico. Na época de Henrietta, não existiam diretrizes éticas relacionadas à produção científica e ao compartilhamento de ganhos obtidos. Atualmente, documentos internacionais, como a Declaração de Helsinque, ou nacionais, como a Resolução 196/96, indicam não só o direito das pessoas de serem consultadas quanto ao interesse em participar voluntariamente das pesquisas quanto o direito a conhecer e usufruir de possíveis benefícios resultantes dos estudos (GUEDES, 2013).

No entanto, mesmo com o aparato legal mais justo proposto, outras formas diversas de alterização ocorrem no Brasil e no mundo no contexto atual. Por exemplo, a segregação é evidenciada quando nos deparamos com as discrepantes formas de tratamentos de pessoas negras, mulheres e pobres no sistema de saúde brasileiro, a exemplo da situação alarmante de violência obstétrica – mais frequente em mulheres negras e pobres (ASSIS, 2017) – e da desigualdade de acesso à saúde, em diversos aspectos, no Brasil (SIQUEIRA, 2011). No Brasil atual, mulheres como Henrietta sequer são conhecidas por seus nomes, sendo apenas números a mais, nas cruéis estatísticas de mortalidade entre jovens negras, cujo acesso a serviços públicos de saúde permanece cronicamente precário (LEYSER, 2012).

## Implicações para o ensino de biologia

A partir desta breve análise sobre processos de alterização de modo amplo, dos processos de alterização científica ocorridos na história de vida de Henrietta Lacks e de uma compreensão razoável de que ser mulher, negra e pobre é um cotidiano heroico de resistência de milhões de mulheres que, historicamente, buscam superar os obstáculos que as subjagam (LOBATO; SÃO BENTO; XAVIER, 2011), defendemos que a abordagem deste caso tem o potencial de responder algumas demandas contemporâneas postas ao ensino de ciências e biologia. São elas: (1) a integração da história e filosofia das ciências nos currículos de ciências, procurando contextualizar a produção científica de acordo com seus aspectos históricos, filosóficos, sociológicos e epistemológicos (MATTHEWS, 1992, 2012); (2) a promoção de uma visão crítica das relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SANTOS, 2007; PEDRETTI; NAZIR, 2011); (3) contribuição para ação sociopolítica e ativismo social a partir do exame não apenas histórico e epistemológico, mas também ético e político das ciências e suas relações com a sociedade (HODSON, 2004, 2013); (4) contribuição para educação das relações étnico-raciais, combate ao racismo e à discriminação (VERRANGIA; SILVA, 2010; VERRANGIA, 2016); (5) promoção de educação voltada para a equidade de gênero (BARROSO, 2004; VIEZZER; MOREIRA, 2006); (6) ética como elemento de formação no ensino de ciências (RAZERA; NARDI, 2006; BONJOUR; BAKER, 2007; SCHEID, 2011), e (7) superação do antropocentrismo, ainda dominante no ensino de biologia (ALVES; CALDEIRA, 2005; SILVA; KRASILCHIK, 2009; CONRADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013).

As demandas educativas supracitadas ampliam o leque das funções sociais que podem ser assumidas no ensino de biologia. Rompem com uma visão restrita aos aspectos empírico-naturais do comportamento da matéria viva, e se voltam para questões éticas e sócio-históricas com as quais a produção científica está envolvida. Neste caso, almeja-se uma formação que vá além da dimensão conceitual, atendendo também uma dimensão atitudinal, já que o debate ético é formativo. De acordo com isso, Freire defende:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo *apenas* ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social,

cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos "Jardins" de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas, ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama (FREIRE, 1992, p. 78, grifo do autor).

Alinhamo-nos à defesa de Hodson (2013) de uma educação científica radical e politizada, a partir de uma análise profunda das questões que envolvem as relações de poder entre a ciência e sociedade, fornecendo às/aos discentes uma formulação de sua própria posição a respeito das problemáticas e prepará-lxs para o envolvimento em ações sociopolíticas em que haja alguma implicação para transformação social. Hodson argumenta que a probabilidade de xs alunxs se tornarem ativxs sociopoliticamente é aumentada substancialmente se encorajadxs em ações no contexto escolar, oferecendo oportunidades para fazê-lo e dando exemplos de ações bem-sucedidas - como o caso dos movimentos sociais que subverteram leis excludentes ao longo da história da humanidade (HODSON, 2013).

É com esta intenção que propomos a análise do caso de Henrietta Lacks, por meio da avaliação sobre os pressupostos considerados por cientistas da época e que reverberam até hoje, como caminho para promover o entendimento dos processos de alterização científica (CITELI, 2001, ARTEAGA, EL-HANI, 2012), focalizando, no caso em análise, as alterizações ligados ao racismo, sexismo e opressão de classe. Esta preocupação é legítima e concernente com a Constituição Federal de 1988, que menciona, dentre os objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil, no artigo 3º, inciso IV, o de: promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação (BRASIL, 1988). Além disso, no contexto das medidas protetivas da Lei Maria da Penha (11.340/2006), em seu Art. 8º, o documento institui que a política pública que visa coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher far-se-á por meio de um conjunto articulado de ações da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e de ações não-governamentais, tendo por diretrizes também a: VIII - a promoção de programas educacionais que disseminem valores éticos de irrestrito respeito à dignidade da pessoa humana com a perspectiva de gênero e de raça ou etnia e IX - o destaque, nos currículos escolares de todos os níveis de ensino, para os conteúdos relativos aos direitos humanos, à equidade de gênero e de raça ou etnia e ao problema da violência doméstica e familiar contra a mulher (BRASIL, 2006).

Nossa expectativa é a de que a compreensão pelos estudantes desses processos de alterização negativa permita uma visão nítida a respeito dos processos históricos de segregação, opressão, estereotipagem e privação de benefícios a grupos sociais, além dos atuais mecanismos de reparo social.

Como na sociedade atual, em termos de identidade, não possuímos um todo articulado socialmente, existem elementos que podem ser circunstancialmente articulados, quando, por exemplo, alguns grupos sociais se identificam com alguma característica que os marginalizaram socialmente e reivindicam políticas e medidas de inclusão social frente à questão histórica que os inferioriza (HALL, 2006; SILVA, 2000). Nesse sentido, o caso abordado pode servir de base para envolver os estudantes em ações sociopolíticas articuladas com movimentos sociais.

Para que novas identidades positivas sejam construídas, é preciso que as mulheres negras se empoderem, o que pode nos trazer um cenário mais equitativo na sociedade como um todo, já que, como Ângela Davis argumenta, as mulheres negras são o grupo social mais subjugado do planeta e, quando as vidas das mulheres negras importarem, então todo o mundo será transformado e teremos a certeza de que todas as vidas importam<sup>44</sup>.

No contexto escolar, a pedagogia freireana tem grande potencial de construção de uma identidade positiva, de modo a formar pessoas empoderadas e articuladas para agir democraticamente, já que o método de Paulo Freire é, fundamentalmente, um método de cultura popular: conscientiza e politiza (FREIRE, 2017). Inspirado na filosofia de Marx, Freire (2017) advoga que a humanização e desumanização, dentro da história, num contexto real, concreto, objetivo, são possibilidades de as pessoas agirem como seres inconclusos e conscientes de sua inconclusão. Essa inconclusão promove uma perspectiva de desacomodação para luta, a fim de atuar na e sobre a realidade para transformá-la, no sentido radical da revolução. A realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação humana, também não se transforma por acaso. Se as pessoas são as produtoras desta realidade e se esta, na “invasão da práxis”, se volta sobre elas e as condiciona, transformar a realidade opressora é tarefa histórica, é tarefa das

---

<sup>44</sup> Transcrição e tradução da fala de Ângela Davis na conferência “Atravessando o tempo e construindo o futuro da luta contra o racismo”, realizada na Reitoria da Universidade Federal da Bahia, Bahia, Salvador, Brasil, em julho de 2017. Disponível em: <<https://medium.com/revista-subjetiva/transcri%C3%A7%C3%A3o-da-palestra-de-angela-davis-atravesando-o-tempo-e-construindo-o-futuro-da-luta-contra-6484111fe25a>>.

peças (FREIRE, 2017). Assim, é preciso educar para a libertação radical, que significa não ficar passivos diante da violência daqueles que dominam e que oprimem.

É de extrema relevância que os alunos adquiram conhecimentos robustos dos sistemas social, jurídico e político que prevalecem nas comunidades em que vivem e desenvolvam uma compreensão nítida de como as decisões são tomadas dentro dos governos locais, regionais e nacionais para uma ação bem estruturada e que gere significativa mudança (HODSON, 2013). Daí a relevância de o ensino de ciências debater sobre questões éticas, a partir da discussão sobre aspectos sociais e culturais ligados à produção do conhecimento científico.

Em relação às questões éticas no ensino de biologia, algumas investigações apontam a falta de ênfase em conteúdos relativos à bioética e às éticas antropocêntricas, ou dificuldades no ensino de ética (SILVA; KRASILCHIK, 2009). A ética é compreendida aqui como a parte da filosofia que estuda formas de justificar racionalmente a vida moral, além de analisar valores morais (SKORUPSKI, 2009). Compartilhamos com a ideia de que “toda pessoa humana é inevitavelmente moral” (CORTINA; MARTINEZ, 2005, p. 172) e os valores morais estão na base da organização dos grupos de diferentes sociedades (SILVA, 2011). Para dar conta desta demanda, podemos acionar a história de Henrietta, que apesar de ser ignorada nos cursos de formação de professores de biologia - e, como consequência, nas salas de aula da educação básica - pode ser relevante para orientar o exame de questões éticas na abordagem de conteúdos de biologia celular (junto com conteúdos de história da biologia, bioética etc).

O caso também pode subsidiar um tratamento didático de questões de gênero, o que pode ser feito através de uma discussão a respeito do direito ao corpo da mulher, sendo que, no ensino de biologia, essas discussões poderiam estar associadas a conceitos científicos ligados ao sistema genital feminino, abrindo o debate sobre infecções sexualmente transmissíveis e responsabilidade com contracepção, promovendo empoderamento e pensamento crítico<sup>45</sup> para envolvimento em ações sociopolíticas.

---

<sup>45</sup> Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, a partir das ideias de Robert H. Ennis, a compreensão do pensamento crítico como uma forma de pensamento racional, reflexivo e focalizado na decisão sobre o que acreditar e/ou o que fazer. O conjunto de disposições do pensamento crítico relaciona-se com uma inclinação para agir de forma crítica, o que inclui alguns elementos, por exemplo: identificar questões, apresentar razões para uma posição, formular e explicar hipóteses, formular e justificar

Por fim, propomos alguns cuidados que devem ser tomados ou princípios que podem ser assumidos ao se abordar processos de alterização de raça, gênero e classe com o objetivo de promover pensamento crítico: 1) atenção ao uso da linguagem e gestão de discurso para que não reforcem alguns estereótipos existentes; 2) tratar os marcadores de identidade – neste caso gênero e raça – em conjunto e não isoladamente; 3) tratar alterização negativa como um problema de desconsideração moral de forma ampla, incluindo desconsideração moral de animais não-humanos, e 4) promover o reconhecimento sobre as diferentes estruturas que o racismo e o sexismo assumem em contextos nacionais, históricos e geopolíticos distintos. É importante destacar, por exemplo, a diferença do racismo institucionalizado na Europa e nos Estados Unidos de séculos anteriores e a prática de racismo atual no Brasil, caracterizada não por questões legais, mas por fenômenos culturais que reverberam em práticas coletivas, tornando o racismo uma alterização ambígua, relacionada ao mito da democracia racial.

Essas proposições configuram uma maneira de explicitar e desocultar o currículo oculto<sup>46</sup>, sendo uma tentativa pragmática de superação da educação fragmentada e sem compromisso de transformação social, que é hegemônica no cenário brasileiro. Nesse sentido, argumentamos que a conscientização, por meio de uma educação científica crítica, sobre o potencial de as modernas tecnociências gerarem processos de alterização, resulta pertinente para uma formação ampla (ARTEAGA *et al.*, 2015), comprometida com a transformação social. Contudo, é importante destacar que a escola é um dos setores que pode estimular o empoderamento, mas a efetivação deste depende de circunstâncias individuais e do contexto social (BARROSO, 2004).

---

conjecturas, argumentar e contra-argumentar e decidir uma ação (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

<sup>46</sup> O currículo oculto indica efeitos que não são explicitados nos projetos curriculares e pedagógicos no ambiente educacional, envolvendo aquelas aprendizagens, valores e atitudes que se realizam na escola, mas que nunca aparecem de forma explícita nos planos de ensino (ZABALA, 1998). Sobre este aspecto, Conrado e Nunes-Neto (2018) discutem que, na educação tradicional-tecnicista, não há reconhecimento da complexidade e da multidimensionalidade dos conteúdos e dos objetivos educativos, pois as estratégias e os métodos de ensino não permitem questionar os conhecimentos produzidos em ciência e tecnologia, as ideologias e interesses envolvidos e suas articulações com a sociedade. Nesse sentido, se faz necessário desocultar o “currículo oculto”, por meio da explicitação detalhada dos conteúdos que se pretende ensinar. Assim, é possível se estabelecer uma relação nítida e honesta entre três elementos: os conteúdos em suas dimensões, os meios ou métodos para abordá-los no dia a dia dos processos educativos e a finalidade que se pretende para a educação no todo social. Assim, desocultar o currículo oculto, implica, além de formar pessoas de modo mais integral, abordar, de alguma forma, as dimensões não-conceituais dos diversos problemas socioambientais atuais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

## Considerações finais

Neste trabalho, discutimos acerca da problemática das alterizações negativas como problema de desconsideração moral. Fizemos isto a partir do argumento central da interligação entre diversas formas de subjugação – racismo, sexismo, especismo, por exemplo. Essa perspectiva ampla sobre as opressões e as articulações entre elas também nos dá um aparato de avaliação que privilegie uma análise da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, já que coloca em pauta não apenas as relações das alterizações negativas com ciência, tecnologia e sociedade, mas amplia uma análise para as questões ambientais, por meio da inclusão de animais não-humanos como dignos de consideração moral.

As formas de alterização racista e sexista presentes na história de Henrietta Lacks e o debate ético envolvido permitem justificar a relevância da abordagem deste caso no ensino de biologia para subsidiar práticas educacionais comprometidas com uma formação integral, visando despertar pensamento crítico sobre questões éticas, de modo a subsidiar ações sociopolíticas de combate ao racismo e sexismo, contribuindo, portanto, para a educação das relações étnico-raciais e promotora de equidade de gênero e uma compreensão sobre a articulação entre as opressões.

Consideramos que uma educação científica crítica pautada em dimensões de conteúdo que prezem não apenas os aspectos epistemológicos e procedimentais, mas que focalizem também elementos axiológicos profundos, promovendo uma abordagem equilibrada sobre o potencial das modernas tecnociências gerarem processos de alterização negativa, certamente resultará na mobilização de argumentação, desenvolvimento moral e ação sociopolítica implicada pelos estudantes. Nesse sentido, caminhamos para uma formação escolar que aborde de modo explícito tais questões, visando uma formação crítica, integral e emancipatória, que prepare, no contexto escolar, estudantes para desenvolverem ações sociopolíticas.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Carol J. **A política sexual da carne: a relação entre o carnivorismo e a dominância masculina**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2012.

ALVES, Emanuele Amorim; GUIMARAES, Anna Christina Rosa. Cultivo celular. In: MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima GonÁalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis. (Org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV/ FIOCRUZ, 2010, v. 2, p. 215-253.

ALVES, Sandra Bevilaqua F.; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 19-32, 2005.

ARTEAGA, Juanma *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662015000300615&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662015000300615&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

ARTEAGA, Juan Manuel Sánchez; EL-HANI, Charbel Niño. Othering processes and STS curricula: from nineteenth century scientific discourse on interracial competition and racial extinction to othering in biomedical technosciences. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 607-629, 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-011-9384-x>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

ASSIS, Jussara Francisca de. Violência obstétrica enquanto violência de gênero e os impactos sobre as mulheres negras a partir de uma revisão integrativa. In: V Seminário Internacional Enlaçando Sexualidades, 2017, Salvador. **Anais...** Salvador, UNEB, 2017.

BARROSO, Carmen. Metas de desenvolvimento do milênio, educação e igualdade de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, v. 34, n. 123, p. 573-582, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742004000300004>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BERNARD, Claude. **An introduction to the study of experimental medicine**. New York: Dover Publications, Inc. 1957.

BONJOUR, Laurence; BAKER, Ann. **Philosophical problems: an annotated anthology**. Reprint, 2. ed. Washington: Reprint, 2007.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

\_\_\_\_\_. Lei nº.11.340, de 7 de ago. de 2006. **Lei Maria da Penha**. Cria mecanismos para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher. Publicado no Diário Oficial da União de 08 de agosto de 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11340.htm)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Niño; NUNES-NETO, Nei de Freitas. Sobre a ética ambiental na formação do biólogo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 30, n. 1, p. 120-139, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CORTINA, Adela; MARTINEZ, Emilio. **Ética**. São Paulo: Loyola, 2005.



CITELI, Mria Teresa. As desmedidas da Vênus negra: gênero e raça na história da ciência. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 61, p. 163-175, 2001.

CUVIER, Georges. Report on the observations made on the body of a woman known in Paris and in London as the Hottentot Venus. **Memoires du Museum d" Histoire Naturelle**, 1817, v. 3, p. 259-274.

DAVIS, Angela. **Mulheres, raça e classe**. Tradução Heci Regina Candiani. São Paulo: Boitempo, 2016.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

FEDIGAN, Linda Marie. The changing role of women in models of human evolution. **Annual Review of Anthropology**. v. 15, p. 25-66, 1986. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.an.15.100186.000325>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

FELIPE, Sônia T. Antropocentrismo, sencientismo e biocentrismo: perspectivas éticas abolicionistas, bem-estaristas e conservadoras e o estatuto de animais não-humanos. **Revista Páginas de Filosofia**, v. 1, n. 1, p. 2-30, 2009. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/PF/article/view/864/1168>>. Acesso em: 13 out. 2018.

FERNANDES, Maria das Graças Melo. O corpo e a construção das desigualdades de gênero pela ciência. **Physis**, v. 19, n. 4, p. 1051-1065, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73312009000400008>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

FOUCAULT, Michel. **The history of sexuality**. An introduction. New York: Pantheon Books, 1978. v. 1.

\_\_\_\_\_. **A ordem do discurso**. São Paulo: Loyola, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 64. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GAMBLE, Vanessa Northington. Under the shadow of Tuskegee: African Americans and health care. **American journal of public health**, v. 87, n. 11, p. 1773-1778, 1997. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1381160/>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

GRÜN, Mauro. A pesquisa em ética na educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 185-206, 2007.

GUEDES, Cristiano. Uma mulher negra, suas células e alguns desafios da ética em pesquisa. **História, Ciências, Saúde**, v. 20, supl., p.1413-1416, 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=386138081019>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

HALL, Stuart. **Representation**: cultural representations and signifying practices. London: Sage, 1997.

\_\_\_\_\_. **A identidade cultural na pós-modernidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: DP&A. 2006.

HODSON, Derek. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 3, n. 1, 2004. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1057995.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14926156.2013.845327>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

HORBACH, Serge P. J. M.; HALFFMAN, Willem. The ghosts of HeLa: how cell line misidentification contaminates the scientific literature. **Plos Journal**. v. 12, n. 20, 2017. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0186281>>. Acesso em: 09 dez. 2017.

KILOMBA, Grada. **Plantation memories: episodes of everyday racism**. Berlim: Unrast, 2008.

LEYSER, Vivian. Resenha: A vida imortal de Henrietta Lacks. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 243-249, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37745/29181>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

LOBATO, Juliana Pereira; SÃO BENTO, Paulo Alexandre de Souza; XAVIER, Rozânia Bicego. Henrietta Lacks: uma história de grande valor para a ciência e humanidade. In: VII Congresso brasileiro de Enfermagem Obstétrica e Neonatal, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2011.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, Rogério Diniz (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas**. Brasília: UNESCO, 2009. p. 85-93.

NECKEL, Gecioni Loch. **Atividade antineoplásica in vitro e in vivo da Chalcona N9 e seu possível mecanismo de ação**. 2011. Tese (Doutorado em Farmacologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

LUCEY, Brendan P.; NELSON-REES, Walter A.; HUTCHINS, Grover M. Henrietta Lacks, HeLa Cells, and Cell Culture Contamination. **Arch Pathol Lab Med**. v. 133, p. 1463-1467, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19722756>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

MARCONDES, Daniela Beck da Silva. **Indução de apoptose pelo extrato e frações de Lajoensia pacari A. St.-Hil, Lythraceae, em células tumorais**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MATOS, Maria Izilda Santos de. Delineando corpos: as representações do feminino e do masculino no discurso médico. In: MATOS, Maria Izilda S. de; SOIHET, Rachel (Org.). **O corpo feminino em debate**. São Paulo: UNESP, 2003. p. 107-127.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education**. v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00430208>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: **Advances in nature of science research**. Springer Netherlands, p. 3-26, 2012. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2457-0\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2457-0_1)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia** (15º SNHCT). Florianópolis: SBHC, 2016.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PIRES, Barbara Gomes. As políticas e produções de sexo/gênero no esporte: um olhar sobre o hiperandrogenismo às vésperas das Olimpíadas Rio 2016. Rio de Janeiro: **CLAM – Centro Latino Americano em Sexualidade de Direitos Humanos**. (CLAM), 2016a (Online). Disponível em: <<http://www.clam.org.br/uploads/arquivo/Artigo%20B%C3%A1rbara%20Pires%20PDF.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. As políticas de verificação de sexo/gênero no esporte: intersexualidade, doping, protocolos e resoluções. **Sexualidad, Salud y Sociedad - Revista Latinoamericana**. n. 24, p. 215-239, 2016b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-64872016000300215&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-64872016000300215&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

PINHEIRO, Luana; BRANCO, Alexandre. Mulheres nos espaços de poder e decisão: o Brasil no cenário internacional. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres. **Revista do Observatório Brasil da Igualdade de Gênero**. Brasília: Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres, 2009. p. 56-64.

RAZERA, Júlio César Castilho; NARDI, Roberto. Ética no ensino de Ciências: responsabilidade e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Revista eletrônica Investigações em Ensino e Ciências**, v. 11, n. 1, 2006. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/502/302>>. Último acesso em: 29 nov. 2017.

REGAN, Tom. **Animal rights, human wrongs: an introduction to moral philosophy**. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007. Disponível em: <<http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149>>. Acesso em: 17 maio 2018.

SCHEID, Neusa Maria John. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. **Diálogo**. n. 19, p. 65-79, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Diálogo/article/view/190>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

SILVA, Paulo Fraga da. Bioética e educação ético-moral: desafios à formação de professores. In: II CONGRESSO DE PESQUISAS EM PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO MORAL, Campinas: **Anais...** Campinas, Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Moral, 2011, p. 751-765.

SILVA, Paulo Fraga da; KRASILCHIK, Myrian. Bioética, formação em valores e doutrinação: visão de licenciandos de ciências e biologia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 974-980, 2009.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SILVA, Tomaz Tadeu da. A produção social da identidade e da diferença. In:\_\_\_\_\_. **Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais**. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 73-102.

SIQUEIRA, Natália Leão. **Desigualdade social e acesso à saúde no Brasil**. 2011. Monografia (Bacharel em Ciências Sociais/ Sociologia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

SKORUPSKI, John. Ética. In: BUNNIN, Nicholas; TSUI-JAMES, E. P. (Org.) **Compêndio de Filosofia**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

SOUZA, Jessé. Introdução. SOUZA, Jessé. *et al.* **Ralé brasileira: quem é e como vive**. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v. 18 n. 52, p. 163- 242, 2013.

\_\_\_\_\_. Educação em ciências e matemática com orientação CTS promotora do pensamento crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

VERRANGIA, Douglas; SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022010000300004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022010000300004&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 03 dez. 2017.

VERRANGIA, Douglas. Criações docentes e o papel do ensino de Ciências no combate ao racismo e a discriminações. **Educação em Foco**, v. 21, n. 1, p. 79-103, 2016. Disponível em: <<https://educacaoemfoco.ufjf.emnuvens.com.br/edufoco/article/view/2944>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

VIEZZER, Moema; MOREIRA, Tereza. (Org). **Um outro jeito de ser**. São Paulo: Rede Mulher de Educação/Unicef, 2006.

VILLAR, Cristiane Biazzin. (Re)descobrimo uma história não celebrada pela ciência. **Rev. Adm. Empres.** v. 52, n. 2, p. 272-273, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75902012000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902012000200012)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

### CAPITULO III

#### Mitose e câncer na perspectiva CTSA: princípios de design para promoção de pensamento crítico e de ação sociopolítica<sup>47</sup>

##### Resumo

Com base nos pressupostos da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente e na perspectiva ampla de conteúdos - Conceituais, Procedimentais e Atitudinais -, este estudo objetiva desenvolver princípios de design de uma sequência didática sobre mitose e câncer, especificamente construída para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões, com o objetivo de promover capacidades de pensamento crítico sobre questões éticas, bem como o comprometimento com ações sociopolíticas por estudantes do ensino médio. A partir da Pesquisa de Design Educacional como quadro teórico e metodológico, construímos, para responder a nossa pergunta de pesquisa, cinco princípios de design para o planejamento de um primeiro protótipo de uma sequência didática sobre biologia celular que valoriza o ensino dialógico e crítico, com abertura explícita a discussões éticas para pensamento crítico sobre questões sociais. Estes princípios de design apresentados aqui foram construídos a partir de um trabalho colaborativo entre docentes de ensino superior e uma professora da educação básica que aplicou tais princípios no contexto real de uma sala de aula do ensino médio.

**Palavras-chave:** ensino de biologia celular, educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, princípios de design, pesquisa de design educacional.

##### Abstract

Based on the assumptions of Science-Technology-Society-Environment education and in the broad perspective of content - Conceptual, Procedural and Attitudinal – this study goals develop design principles of a teaching sequence on mitosis and câncer, specifically designed to mobilize content in different dimensions, with the objective of promoting critical thinking capacities on ethical issues, as well as the commitment with socio-political actions by high school students. From the Educational Design Research as a theoretical and methodological framework, we constructed, to answer our research question, five design principles for the planning of a first prototype of a teaching sequence on cellular biology that values dialogic and critical teaching, with explicit openness to ethical discussions aimed critical thinking on social issues. These design principles presented here were constructed from a collaborative work between higher education teachers and a teacher of basic education who applied such principles in the real context of a high school classroom.

---

<sup>47</sup> Esse texto foi inicialmente apresentado no XVII International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), em 2016, publicado em um número especial da Revista Conexão Ciência, em 2017 (<https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/view/813>), e esta versão ampliada será submetida à Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia e Sociedade.

**Keywords:** cell biology teaching; Science-Technology-Society-Environment education; design principles; educational design research.

## INTRODUÇÃO

A biologia celular é um campo da biologia em que muitos<sup>48</sup> professorxs relatam dificuldades no ensino (REIS *et al.*, 2013). Uma revisão de publicações sobre ensino de biologia celular, no contexto brasileiro, indicou a existência de um esforço para diversificar as abordagens pedagógicas (PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2018). Apesar disso, não há evidências sobre a eficácia dessas estratégias na aprendizagem. Além disso, é comum no ensino de biologia celular a adoção de uma perspectiva científicista<sup>49</sup>, focada exclusivamente em procedimentos técnicos e conhecimentos teóricos, associada à falta de contextualização histórica e ética do conteúdo científico (PAIVA, GUIMARÃES, ALMEIDA, 2015, 2018). Em oposição a esta tendência, Lima e Ghedin (2009) sugerem que os conteúdos éticos devem aparecer explicitamente na educação científica, porque contribuem para a formação de pessoas capazes de refletir sobre suas próprias ações.

Situamos nosso trabalho nos pressupostos da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), abordagem que surgiu nas décadas de 1960 e 1970, numa busca de superação do ensino fragmentado e tecnicista do conhecimento científico e das tecnologias associadas, centrado na preparação de tecnólogos e cientistas - exigidos no sistema de produção capitalista -, em que as aulas não

---

<sup>48</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que inevitavelmente abarca concepções ideológicas. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*, 2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

<sup>49</sup> Entendemos científicismo como uma crença exagerada no poder da ciência, por meio de uma ideia hegemônica de que a mesma é permeada por valores, discursos e práticas apenas benéficos, de modo que o conhecimento científico é visto como o único verdadeiro sobre a realidade (COBERN; LOVING, 2001; CHASSOT, 2003).

discutiam os problemas sociais e ambientais, nem preconizavam pensamento crítico<sup>50</sup> (PÉREZ; LOZANO, 2013).

Na fase de expansão do enfoque CTSA, nos primeiros anos do século XXI, ocorreu o surgimento das Questões Sociocientíficas (QSC), como parte de uma extensão e uma recontextualização da educação CTSA, pois várias de suas intenções fazem alusão à compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, à alfabetização científica, às análises éticas e morais, entre outros aspectos que são parte do ideário CTSA (PÉREZ; LOZANO, 2013). Santos, Silva e Silva (2018), refletindo sobre a literatura, elaboraram uma redefinição de QSC, com a qual temos acordo, englobando três elementos. Assim, as QSC: 1) possuem relação com ciência e tecnologia; 2) se constituem em um dilema social; e 3) apresentam uma controvérsia de ordem moral. O terceiro elemento da definição de QSC de Santos, Silva e Silva (2018) é inerente ao seu caráter de se constituir um dilema moral, característica que constitui uma oportunidade para abordar as relações entre ciência e ética.

As QSC são tipicamente controversas nas situações sociais reais em que aparecem e, assim, devem ser organizadas, no âmbito educacional, em forma de problemas pouco estruturados, sujeitos a múltiplas perspectivas e soluções, possuindo, além de laços conceituais com o conhecimento científico, relação explícita com considerações de ordem moral das pessoas (SADLER; DONNELLY, 2006).

Embora possam existir autorxs que utilizam QSC de modo desvinculado da educação sobre as relações CTSA, como identificaram Santos, Silva e Silva (2018), muitos autorxs a adotam dentro desta perspectiva educacional, de modo que tem sido defendido o uso de QSC para materializar a educação CTSA (KORTLAND, 1996; LEVINSON, 2006; PEDRETTI *et al.*, 2008; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; SANTOS; SILVA; SILVA, 2018).

A formação a partir da educação CTSA e do uso de QSC está vinculada a uma perspectiva problematizadora, que articulamos à pedagogia crítica de Paulo

---

<sup>50</sup> Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, a partir das ideias de Robert H. Ennis, a compreensão do pensamento crítico como uma forma de pensamento racional, reflexivo e focalizado na decisão sobre o que acreditar e/ou o que fazer. O conjunto de disposições do pensamento crítico relaciona-se com uma inclinação para agir de forma crítica, o que inclui alguns elementos, por exemplo: identificar questões, apresentar razões para uma posição, formular e explicar hipóteses, formular e justificar conjecturas, argumentar e contra-argumentar e decidir uma ação (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

Freire (1992, 2017), já que a mesma focaliza a superação da contradição opressorxs-oprimidxs a partir da historicidade, como elemento de compreensão da realidade para a mudança, por meio da análise sobre as variadas questões sociais, científicas, tecnológicas, ambientais, via dialogicidade, visando à libertação da alienação pelos caminhos da humanização das pessoas, sendo empreendida por uma educação explicitamente politizada. Nessa perspectiva educacional, Freire (1992) alerta:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo *apenas* ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos "Jardins" de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas, ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama (FREIRE, 1992, p. 78, grifo do autor).

O propósito político é raramente considerado de modo explícito na educação científica, sendo que algumas abordagens para o ensino de ciências mantêm uma concepção ingênua que apóia, mesmo que por omissão, um modelo ideológico para a manutenção do *status quo* social e ambiental (SANTOS, 2008). Para isso, além do propósito da educação científica apoiada na pedagogia crítica freireana, que visa preparar estudantes para a sociedade tecnológica, é necessário ter uma visão mais nítida do ensino de ciências como tendo uma função sociopolítica. Assim, propomos uma educação crítica que, sem deixar de promover a valorização da ciência, necessária para a compreensão dos problemas complexos com os quais nos deparamos, leve em consideração a mobilização dxs estudantes para a responsabilidade social e a ação sociopolítica, reforçando o objetivo do desenvolvimento de atitudes e valores envolvidos em questões sociais e ambientais.

Para garantir o alcance mais abrangente dos temas a serem abordados na sala de aula de biologia, podemos considerar a concepção de conteúdos de Zabala (1998). Este autor discute que os conteúdos de aprendizagem não se reduzem unicamente às contribuições das disciplinas ou matérias tradicionais. Portanto, também são conteúdos de aprendizagem todos aqueles elementos que possibilitam o desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, da relação interpessoal e da inserção social, sendo considerados conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais (CPA). Assim, rompemos com a perspectiva fortemente disciplinar e, nas



palavras de Zabala, propedêutica da educação; e, então, apoiamos uma compreensão e organização do ensino a partir de uma concepção mais ampla de conteúdo. Tal perspectiva, organizada *a priori* tipologicamente, foi recentemente formulada em termos de dimensões de conteúdos, por Conrado e Nunes-Neto (2018). Nesse sentido, os conteúdos não são separados em categorias, mas sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados.

A dimensão Conceitual é uma perspectiva epistemológica, relacionada à compreensão de conceitos, princípios e memorização de fatos e evidências. A dimensão Procedimental é metodológica, relacionada ao exercício de procedimentos e à aplicação de técnicas e métodos. Já a dimensão Atitudinal é axiológica, relacionada sobretudo a valores, normas e atitudes em que cabem juízo moral, podendo ser abordada a partir de vivência de situações, considerando aspectos éticos, políticos e ambientais da prática científica (CONRADO; NUNES-NETO, 2015).

Com base nesta concepção mais ampla de conteúdo e na assunção de QSC como estratégias de ensino consistentes para abordar estes conteúdos propomos ir além da mera reprodução do conhecimento acumulado. Estamos caminhando, então, para uma educação que possa formar pessoas capazes de se envolver em ações sociopolíticas (ASP). O trabalho com ASP implica práticas educativas fortemente centradas nxs alunxs e em problemas socialmente relevantes, sendo que as atividades se baseiam em ações concebidas e realizadas pelxs próprixs estudantes, por meio de discussões focadas na identificação de soluções para os problemas, na tomada de decisões e por iniciativas de ativismo baseadas nos resultados das análises e dos debates realizados (REIS, 2013). “Todas estas atividades constituem um ótimo contexto e pretexto para a aprendizagem de conteúdos científicos e metacientíficos previstos nos currículos” (REIS, 2013, p. 5).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é desenvolver, por meio de um trabalho colaborativo, princípios de design de uma sequência didática (SD)<sup>51</sup> sobre mitose e câncer, especificamente construída para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões (como explicado acima), com o propósito de promover as capacidades

---

<sup>51</sup> Adotamos a perspectiva de sequência didática de Zabala (1998, p. 18) como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos”.

de pensamento crítico e de proposição de ASP por estudantes do Ensino Médio. É importante salientar que esta SD tem como inspiração a história de Henrietta Lacks, uma mulher negra nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem conhecimento e consentimento para pesquisas sobre câncer, na década de 1950, sendo que suas células - imortais se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais (SKLOOT, 2011; PAIVA *et al.*, 2016).

## **CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Dada a complexidade do mundo contemporâneo, a promoção de uma educação científica que possibilite não somente o entendimento referente aos fenômenos naturais, mas também reflexões mais profundas e abrangentes das relações destes com aspectos sociais mais amplos se faz cada vez mais necessária. Dentre tantas possibilidades que podem ser utilizadas como parâmetro para o planejamento e a execução de tais processos educativos, a perspectiva educacional CTSA tem sido apontada como uma alternativa que se contrapõe ao modelo hegemônico de ensino, que tem tratado as questões de mundo de forma fragmentada e desconexa (PÉREZ; LOZANO, 2013).

Temos defendido que a perspectiva educacional CTSA pode contribuir para uma formação que possibilite o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico (PC). Estar bem informado, utilizar e mencionar fontes credíveis de informações, procurar razões e alternativas para argumentos, ter abertura para diálogos e ideias opostas e buscar precisão de informações e argumentos (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013) são elementos relacionados com as capacidades de PC. O PC não se encerra no campo das ideias, mas implica atitudes, já que o pensamento que se desenvolve é racional, reflexivo e focalizado na decisão de ideias e ações. Assim, “um pensador crítico deve não só ser capaz de avaliar a força das razões, para agir numa determinada direção, com base em princípios, mas também estar disposto a fazê-lo” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 177).

Compreender, portanto, os aspectos envolvidos nas interações CTSA, no que se refere, por exemplo, às influências científicas e tecnológicas que imperam no mundo contemporâneo associadas aos ambientes, é de grande importância para

uma formação que vise desenvolvimento de PC e ASP. No contexto escolar existem várias formas possíveis de estudantes e docentes se envolverem em ASP sobre QSC, por exemplo, por meio da: 1) organização de grupos de pressão responsáveis; 2) realização de iniciativas de educação (sessões de esclarecimento; dinamização de fóruns de discussão e de blogs sobre temas controversos; construção de cartazes e panfletos informativos; campanhas através de redes sociais como o *Facebook* ou o *Instagram*) de modo coletivo, com o objetivo de promover as (trans)formações necessárias; 3) participação em iniciativas de voluntariado; 4) proposta de soluções inovadoras para problemas locais e/ou globais; 5) mudança dos próprios comportamentos tendo em vista, por exemplo, a diminuição de problemas ambientais (reciclagem, reutilização, redução do consumo, adotar dieta sem consumo de carne etc.) (REIS, 2013).

Nesse sentido, temos caminhado para uma formação que visa letramento científico crítico. Em relação ao sentido de letramento científico, assim como no ensino de língua materna e na aquisição da escrita, não basta apenas aprender a ler e a escrever (ser alfabetizadx), mas, sobretudo fazer uso efetivo da escrita em práticas sociais (ser letradx) (CUNHA, 2017). A educação em ciências numa perspectiva de letramento científico poderá estimular as pessoas a usar os conhecimentos e formas de pensar, incluindo o pensar de forma crítica, para a tomada de decisão esclarecida e racional, para a resolução de problemas e para a participação ativa e responsável numa sociedade democrática (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2014). Assim, a meta do letramento científico e tecnológico incorpora propósitos como: contribuir para formar pensamentos e atitudes mais apropriados sobre assuntos tecnocientíficos de interesse público, favorecer o desenvolvimento e a consolidação de atitudes democráticas, respeito pelas minorias e pelo meio ambiente (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2014).

Para este trabalho, temos adotado o letramento científico crítico (ZEIDLER *et al.*, 2005; HODSON, 2013) que visa, dentre outras questões, disponibilizar as representações que permitam que xs estudantes possam agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (HODSON, 2004). Assim, adotamos o letramento científico, tecnológico e ambiental crítico resumido por Hodson (2011) como letramento científico crítico, já que compartilhamos de seus pressupostos de que a educação científica não deve ser vista como preparação para uma vida futura, mas como uma participação ativa na comunidade aqui e agora.

Nesse sentido, o currículo e o ensino de ciências devem preocupar-se com direitos e responsabilidades civis e devem ser orientados por ideias de equidade e justiça social. O uso do termo "crítico" como um qualificador para o letramento científico carrega com ele um compromisso com uma abordagem muito mais rigorosa, analítica, lógica e reflexiva para a educação científica do que a abordagem habitual. Hodson defende uma educação científica politizada, cujo objetivo central é preparar estudantes com a capacidade e o compromisso de tomar medidas apropriadas, responsáveis e efetivas em questões de ordem social, econômica, ambiental e ético-moral.

Essa proposta coaduna também com nossa perspectiva, pois traz consigo, dentre outras questões relevantes, uma medida de independência intelectual e autonomia pessoal, uma inclinação para olhar além do superficial e abordar os fundamentos ideológicos da ciência e da tecnologia, as estruturas econômicas e políticas que os sustentam, e as normas e práticas que acomodam certas opiniões e participantes, mas marginalizam ou excluem outros, além de estimular uma sensibilidade às complexas interações de classe, raça, gênero, linguagem, conhecimento e poder (HODSON, 2011).

Essas demandas de formação têm sido os principais enfoques dos currículos com ênfase em CTSA. A educação CTSA tem como princípios gerais a capacidade de analisar, sintetizar e avaliar informações, a compreensão da natureza da ciência, a interligação entre ciência e ética e a tomada de decisão informada (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Pedretti e Nazir (2011) identificaram, exploraram e criticaram seis correntes na educação CTSA, são elas: 1) aplicação, 2) histórica, 3) raciocínio lógico, 4) sociocultural, 5) centrada em valores e 6) ecojustiça social. Destas correntes, destacamos três que contribuem mais fortemente com a nossa perspectiva de educação CTSA: a) vertente sociocultural, que enfatiza aspectos socioculturais da ciência e da tecnologia, sendo estas compreendidas como parte da sociedade e relacionadas com atividades políticas, econômicas e culturais; b) vertente centrada em valores, que envolve as dimensões afetiva, moral, lógica e crítica, por meio do reconhecimento dos valores relacionados à ciência, com ênfase sobre os aspectos éticos e ao desenvolvimento cognitivo e moral; e c) vertente ecojustiça social, que refere-se à formação de ativistas, tendo como foco criticar e resolver problemas sociais e ambientais através da ação humana, reconhecendo “as influências mútuas

entre política, economia e ciência; os fundamentos dos juízos morais; além de desenvolver responsabilidade cívica e pensamento crítico para a realização de ações sociopolíticas” (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 84). Ressaltamos, portanto, que os objetivos do ensino de ciências destas duas últimas vertentes estão ligados à formação para a resolução de problemas, transformação por agentes sociais e emancipação.

Recentemente, as pesquisadoras Pedretti e Nazir (2011) apontaram o uso de QSC como uma possibilidade de aprimoramento da abordagem CTSA, bem como de promover sua efetivação nesse contexto. Embora os proponentes da abordagem educacional por QSC possam argumentar de formas diferentes, esse movimento educacional pode compartilhar princípios, visões e pedagogias concernentes com a educação CTSA (PEDRETTI; NAZIR, 2011). A educação por QSC enfatiza o crescimento psicológico e epistemológico e o desenvolvimento do caráter e das virtudes morais dxs estudantes (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Nesse sentido, alinhado às vertentes da educação CTSA supracitadas, adotamos uma postura radical e crítica em relação a determinadas práticas científicas e tecnológicas, as quais têm como ideologia a economização de tudo, inclusive da educação, em que os campos da ciência profissional muitas vezes servem como mecanismos para a produção, comercialização e distribuição de produtos e serviços em nome dos negócios e da indústria, ao passo que a educação científica gera várias classes de trabalhadorxs menos qualificadxs e uma mentalidade social voltada para a produção e consumo de bens com fins lucrativos, de forma a não questionar o sistema vigente (BENCZE; ALSOP, 2009).

Tal postura radical e crítica está em conflito direto não só com o modelo de escola tradicional, mas também com os valores, discursos e práticas reducionistas, salvacionistas e tecnocratas<sup>52</sup> (AULER; DELIZOICOV, 2001) que as universidades e

---

<sup>52</sup> No trabalho de Auler e Delizoicov (2001) há uma discussão acerca da visão reducionista de mundo que, para esses autores, desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia. A concepção de neutralidade está relacionada aos mitos da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas e da perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia. A perspectiva tecnocrática praticamente não deixa espaço para a democracia nas decisões que afetam a tecnologia, considerando que essa está presa a uma visão de progresso, de resolução de problemas que exclui ambiguidades – mito salvacionista -, de modo que a participação pública na escolha entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo essa perspectiva, um elemento de incerteza, inaceitável nessa visão. Como forma de superar essa problemática, é proposta a perspectiva ampliada, a qual busca a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, associando o ensino de conceitos à problematização desses mitos.

as profissões científicas tendem a promover (HODSON, 2013). Nessa perspectiva, pode haver afirmações de que as questões sociais, econômicas, históricas, políticas e as dimensões ético-morais das QSC são suscetíveis de serem mal resolvidas, porém, para Hodson (2013), causando surpresa, desconforto ou ofensas para as pessoas, o ensino a partir de QSC é simplesmente o preço que temos que pagar na luta na busca por uma formação que vise pensamento crítico e construir uma sociedade mais justa e equitativa. Assim, assumimos como relevante capacitar estudantes para que, a partir de uma visão equilibrada da ciência, analisem criticamente as afirmações científicas geradas pela infinidade de QSC que os confrontam na vida cotidiana (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000) e desenvolvam ações sociopolíticas (HODSON, 2004) transformadoras.

Pesquisas como a de Andrade e colaboradores (2016) – sobre uso de agrotóxicos a partir de uma QSC - e de Azinhaga e Reis (2016) - sobre problemas que afetam as regiões polares do planeta - são exemplos importantes de trabalhos em que ações sociopolíticas foram aplicadas no contexto da educação científica escolar. Os resultados da pesquisa de Azinhaga e Reis (2016), por exemplo, evidenciam que a iniciativa se revelou positiva na promoção da ação sociopolítica pelos jovens, uma vez que estes demonstraram ter desenvolvido competências como: a) a capacitação como críticos e mobilizadores do conhecimento, formulando opinião fundamentada e apresentando soluções de forma a resolver ou minimizar o problema, b) a apropriação das potencialidades da internet para iniciativas de ação sociopolítica demonstrada por alguns/algumas jovens, e c) a tomada de consciência da sua capacidade de ação, ação apropriada e manifestação de compromisso na tomada de ação (AZINHAGA; REIS, 2016).

Nesse sentido, concordamos com as ideias de Santos (2008) e Bencze e Alsop (2009) de que deve haver uma agenda política para a educação científica que inclua questões tais como o acesso desigual à tecnologia em todo o mundo, o poder de dominação da tecnologia e os possíveis contextos opressivos da sociedade científica e tecnológica. A visão educacional de Paulo Freire (1992, 2017) leva em conta as condições de opressão das pessoas inseridas no mundo e as possibilidades de tais condições serem transformadas. Assim, uma educação para a liberdade visa mudar o contexto de alienação e opressão, fornecendo às pessoas a autonomia necessária para que possam ser agentes transformadores de sua própria realidade, a fim de que reflitam também sobre sua responsabilidade e seu papel no

mundo (SANTOS, 2008). Dessa forma, tomamos como referencial a educação libertadora de Freire, pedagogia que faz da opressão e de suas causas objeto de reflexão dxs oprimidxs, que resultará em seu engajamento necessário para a luta por sua libertação (FREIRE, 2017).

As relações entre oprimidx e opressorx perpassam por um processo sócio-histórico denominado alterização (em inglês, *othering*) negativa, quando este se dá em termos de exclusão da consideração moral. O termo “alterização” faz referência aos processos culturais de delimitação das formas possíveis da alteridade em um determinado marco sócio-histórico (ARTEAGA *et al.*, 2015). Assim, a alterização ocorre comumente nas sociedades ao passo em que são construídas as identidades. A alterização se torna negativa, portanto, quando há subjugação, exclusão e marginalização na produção de outrxs. Esse processo pode ocorrer em contextos muito diversos e com diferentes opressorxs e oprimidxs e, conducente à exclusão da consideração moral, a alterização negativa pode estar presente em preconceitos como o racismo, o sexismo, a homofobia, o especismo<sup>53</sup>, entre outros.

Processos de alterização negativa como racismo, sexismo e opressão de classe se tornam substancialmente evidentes no caso de Henrietta Lacks, mulher, pobre e negra que teve suas células extraídas sem consentimento médico para pesquisas científicas sobre a causa e a cura do câncer, no contexto de leis segregacionistas dos Estados Unidos, no século XX (SKLOOT, 2011). Estes processos de alterização negativa são compreendidos por nós como problemas éticos que precisam ser discutidos explicitamente no ensino de biologia, sobretudo quando partimos do pressuposto de que o ensino de biologia celular tem se mostrado cientificista e focado excessiva e predominantemente em conteúdos conceituais biológicos (PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2015).

## **A PESQUISA DE DESIGN EDUCACIONAL COMO *FRAMEWORK* METODOLÓGICO**

A Pesquisa de Design Educacional, como um quadro teórico e metodológico

---

<sup>53</sup> O especismo é um tipo de preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies, de forma arbitrária (SINGER, 2004). Este termo foi cunhado por Richard Ryder e tem sido adotado desde a primeira edição do livro “Libertação Animal” de Peter Singer.

que tem como objetivo o estudo sistemático do planejamento, da implementação, da avaliação e da manutenção de intervenções educacionais como soluções para problemas complexos da prática educativa (PLOMP, 2009), orienta, do ponto de vista teórico-metodológico, este trabalho.

Os estudos de design visam resolver problemas educacionais complexos por meio de uma investigação sistemática que possibilite a construção e validação de princípios de design de intervenções didáticas que possam ser aplicadas em diversos contextos. Estes estudos envolvem o desenvolvimento iterativo de propostas educacionais por meio de ciclos de testes de diferentes versões ou protótipos em contextos diversos, com número crescente de participantes. Nesse trabalho, propomos os princípios de design que serão testados empiricamente num primeiro protótipo, o que gera um resultado parcial para refinamento em protótipos posteriores.

A Pesquisa de Design Educacional inclui, de acordo com Plomp (2009), três fases: pesquisa preliminar, fase de prototipagem e fase de avaliação. O presente estudo focaliza a fase preliminar, a qual precedeu de estudos de análise do contexto e das necessidades, do desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura e no conhecimento docente, via colaboração (PAIVA; ALMEIDA; GUIMARÃES, 2015; PAIVA *et al.*, 2016). Realiza-se aqui a elaboração dos princípios de design. Assim, foram construídos neste artigo princípios de design para orientar uma SD que foi aplicada no contexto real de sala de aula do ensino médio, cujo objetivo foi a mobilização por parte dxs estudantes de conteúdos nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais sobre mitose e câncer a partir de debates sobre uma QSC, visando pensamento crítico e propostas de ações políticas sobre questões éticas, tendo como base a história de Henrietta Lacks e suas células.

Os princípios de design são declarações enunciativas que configuram apostas teóricas e educacionais e, em termos de investigação, correspondem aos produtos teóricos da pesquisa em design (VAN DEN AKKER, 1999). É possível que os princípios de design tenham ênfase substantiva, constituindo-se de generalizações teóricas ou orientações filosófico-pedagógicas que se referem a características da intervenção, aplicáveis em outros contextos educacionais. Os princípios de design também podem ter ênfase procedimental, quando tratam de características de uma intervenção aplicada em um contexto específico, passíveis de adaptação a diversos



contextos. Tais princípios podem ser compostos pelos dois elementos e são sempre seguidos de seus propósitos e suas razões, as quais podem ser teóricas e/ou experienciais (SARMENTO, 2016).

Para sistematizar os princípios de design, Van den Akker (1999, p. 9) propõe a seguinte formulação:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, então é aconselhável prover esta intervenção das características A, B e C [ênfase substantiva], e fazer isso por meio dos procedimentos K, L e M [ênfase procedimental], em razão dos argumentos P, Q e R. (VAN DEN AKKER, 1999, p. 9).

A formulação de Van den Akker foi adaptada pelo Grupo de Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica (CoPPEC), no contexto do GCPEC<sup>54</sup> e segue a seguinte fórmula, que utilizamos para enunciar os princípios de design nesta pesquisa:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável: (1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P. (2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q. (3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R (SARMENTO, 2016, p. 23).

Atendendo aos nossos pressupostos éticos de construção de conhecimento em pesquisa educacional e das indicações de Plomp (2009) para Pesquisa de Design Educacional, os princípios de design e a intervenção educacional ligados a esta pesquisa foram desenvolvidos de modo genuinamente colaborativo. O trabalho colaborativo se deu com o envolvimento do conhecimento tanto de professorxs-pesquisadorxs da educação básica quanto de pesquisadorxs universitários. Esta heterogeneidade de conhecimentos e práticas traz contribuições importantes para a construção da prática pedagógica e para a pesquisa educacional, proporcionando suporte teórico, metodológico e afetivo para a construção de uma prática que vise resolver problemas complexos do ensino. Esta modalidade de pesquisa é defendida por muitxs autorxs que ressaltam a escola como produtora de conhecimento e participante ativa da pesquisa educacional (ZEICHNER, 1998; HARGREAVES,

---

<sup>54</sup> Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências coordenado pela Profa. Claudia Sepulveda no Departamento de Educação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, Bahia, Brasil.

1999; IBIAPINA, 2008; EL-HANI; GRECA, 2011; PAIVA, 2014; PAIVA; ALMEIDA, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2016).

É importante ressaltar que a colaboração na pesquisa em educação/ensino tem um caráter não apenas metodológico de relevância, mas também ético, ao passo que a investigação não se dá sobre aspectos exclusivos do conhecimento acadêmico educacional, mas se dá com a prática e os conhecimentos docentes, o que contribui para a superação da ideia de superioridade do conhecimento acadêmico, em detrimento do conhecimento prático docente. Assim, essa abordagem colaborativa na construção e investigação de práticas educativas objetiva compartilhar conhecimentos e experiências entre diferentes profissionais que possuem conhecimentos próprios e extremamente importantes em suas especificidades. Dessa maneira, a integração de saberes tácitos e saberes teóricos e metodológicos de professorxs-pesquisadorxs e pesquisadorxs universitários busca a construção de intervenções educacionais e o desenvolvimento de pesquisa educacional com rigor e legitimidade, tanto da perspectiva da pesquisa, quanto da prática, tendo na devida consideração o saber docente e o contexto da sala de aula.

As reuniões de colaboração aconteceram principalmente entre a doutoranda e a professora da educação básica, tendo frequência quinzenal. Nas reuniões, eram realizadas discussões de textos, conversas sobre a realidade e o contexto escolar, debates sobre educação de modo mais amplo, sendo que em cada encontro produzíamos sínteses dos principais pontos de debate, avanços e posteriores estudos e ações. Nesses encontros de colaboração, produzimos os princípios de design da SD, os materiais didáticos, a partir, por exemplo, da seleção de materiais/reportagens para produção de Textos de Divulgação Científica, vídeos curtos e *slides* para as aulas. É importante destacar que o conhecimento docente e a sua experiência de sala de aula, no contexto da modalidade de pesquisa que adotamos, têm papel fundamental na construção dos princípios de design e da SD.

## **UMA PROPOSTA COM CINCO PRINCÍPIOS DE DESIGN**

A partir do direcionamento da Pesquisa de Design Educacional, construímos neste trabalho - para responder nosso objetivo de pesquisa e de acordo com a formulação adaptada de Van den Akker (1999) - cinco princípios de design para o planejamento de um primeiro protótipo de uma SD sobre mitose e câncer, visando

aplicação no contexto real de sala de aula. Cada princípio de design – descrito e discutido abaixo - é enunciado de modo completo no primeiro parágrafo e, em seguida, realizamos maior argumentação em torno das razões teóricas e do detalhamento de algumas características procedimentais de nossa aposta.

**(1)** Uso didático de uma QSC baseada num caso real (Apêndice H) que orienta toda a intervenção didática, para a abordagem e discussão crítica dos conteúdos de modo amplo, os quais incluem os conceitos éticos pertinentes e análise de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, focalizando os que conduzem a racismo, sexismo e opressão de classe na história de ciência; visando promover pensamento crítico sobre aspectos epistemológicos, históricos, axiológicos da biologia, e as implicações da mesma na sociedade. Xs alunxs analisarão, em grupos, uma QSC durante toda a SD, envolvendo conceitos de biologia celular, dilemas éticos, processos negativos de alterização, progresso axiológico da ciência, questões tecnológicas e ambientais, a partir do caso. Consideramos como principal razão desse princípio a perspectiva de que ensino via QSC é uma importante ferramenta para capacitar xs alunxs a considerar como as questões de base científica e as decisões que lhes dizem respeito refletem, em parte, os princípios morais e qualidades de virtude que englobam suas próprias vidas, bem como o mundo social em torno delxs (ZEIDLER *et al.*, 2005).

As QSC são situações ontologicamente presentes no mundo que merecem atenção para garantir o pleno bem-estar das sociedades e ambientes. A educação científica comprometida com o letramento científico crítico tem tratado essas problemáticas pela ferramenta de ensino QSC. Assim, QSC, enquanto ferramenta de ensino, são problemas ou situações controversos e complexos que permitem uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para essas questões, embora também sejam relevantes os conhecimentos em história e filosofia, especialmente em ética, para lidar com tais problemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Para o uso didático da QSC, seguimos a estrutura organizativa para a ferramenta proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), a partir de três elementos articulados: 1) casos ou histórias curtas, contendo, se possível, diálogos e personagens que se aproximam do(s) contexto(s) sociocultural(is) das/os

estudantes; 2) questões orientadoras<sup>55</sup> para mobilizar determinados aspectos dos problemas sociocientíficos presentes no caso e para além deste, e 3) objetivos de aprendizagem, definidos a partir de uma visão tridimensional (CPA) de conteúdos (CONRADO, NUNES-NETO, 2018). Esta estrutura se apresenta como elemento procedimental deste princípio de design, especialmente as questões orientadoras associadas aos objetivos de aprendizagem.

É importante ter em consideração os objetivos educacionais que pretendemos com a QSC, sendo que articulamos tais objetivos a partir de um caso controverso, polêmico e pouco estruturado, visando uma tomada de posicionamento frente à problemática central. A QSC aqui elencada versa sobre o caso real de Henrietta Lacks. Henrietta Lacks foi uma mulher negra<sup>56</sup> nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem consentimento para pesquisas sobre câncer, na década de 1950, sendo que suas células – imortais, se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais, como a vacina contra a poliomielite e quimioterapia, por exemplo (SKLOOT, 2011). Mas, esse uso sem consentimento, devido às práticas racistas na saúde pública norte-americana do século XX, levanta um sério debate ético sobre racismo, sexismo e opressão de classe<sup>57</sup> nas ciências biomédicas. Henrietta Lacks é acionada para articular a ética na educação científica, a partir da mudança do foco

---

<sup>55</sup> Consideramos importante destacar que originalmente tem sido utilizado o termo “norteadoras” para referir-se a essas questões (CONRADO; NUNES-NETO, 2018), porém, baseando-nos nas discussões de Boaventura Santos e Maria Meneses (2009) sobre as epistemologias do sul, entendemos que se faz necessário superar a ideia hegemônica de orientação pelo norte, em termos epistemológicos, simbólicos, axiológicos e práticos, transformando também a nossa linguagem, como parte da mudança cultural.

<sup>56</sup> Sob um olhar interseccional, entendemos, assim como teorizou Grada Kilomba (2008), que a mulher negra, por não ser nem branca e nem homem, ocupa o espaço mais difícil dentro das nossas atuais organizações sociais. A mulher negra representa uma dupla alteridade, já que é a antítese de branquitude e masculinidade. Assim, “a mulher negra só pode ser o outro, e nunca si mesma. [...] Mulheres brancas têm um oscilante status, enquanto si mesmas e enquanto o “outro” do homem branco, pois são brancas, mas não homens; homens negros exercem a função de oponentes dos homens brancos, [...] pois são homens, mas não brancos; mulheres negras, entretanto, não são nem brancas, nem homens, e exercem a função de o ‘outro’ do outro.” (KILOMBA, 2008, p. 124).

<sup>57</sup> Adotamos aqui a compreensão de opressão na perspectiva de Freire (2017), que ocorre por meio da violência simbólica ou física contra minorias sociais, da invasão cultural camuflada, da hegemonia de mitos – a exemplo do mito da democracia racial e o mito da meritocracia - para manter o *status quo* e a desunião das pessoas oprimidas, as quais, divididas, ficam enfraquecidas e tornam-se manipuladas pelas elites dominadoras, em que se dá o processo de desumanização. Existem diferentes conotações para o termo “opressão de classe”, porém, em nosso trabalho, usamos esse termo para nos referirmos a toda e qualquer discriminação que as pessoas pobres sofrem, desde a opressão de elites ou instituições com poderes de dominação contra as pessoas de classes menos favorecidas até discriminações por estilos de vida, roupas, linguagem, modos de ser, etc., que geram inúmeras formas de privações e desigualdades de acesso a benefícios sociais, como saúde, educação, lazer etc.

conceitualista<sup>58</sup>, unicamente biológico, ao campo social da história da construção das ciências naturais, através do ensino de biologia celular contextualizado por CTSA.

Seguindo a estrutura organizativa proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), ao final do caso da QSC, elaboramos questões e/ou imperativos desafiadores e articulados com a realidade social e política para uma resolução. Além desses elementos, a análise sobre o caso da QSC será operacionalizada pelas questões orientadoras que organizam e direcionam o trabalho docente em toda a intervenção. Estas questões podem ser respondidas de diferentes formas – desde sistematização em textos até debates ampliados -, sendo que as discussões sobre o caso são promovidas visando subsidiar também ação(ões) sociopolítica(s) ligadas às alterações, já que, assim como Hodson (2013), consideramos que o que pode preparar melhor os estudantes para lidar com QSC é a execução de práticas que envolvam tomadas de decisão e ASP durante o processo formativo escolar.

A discussão de QSC em sala de aula exige uma gama de habilidades para analisar os problemas e trabalhar em direção a uma decisão, tais como: compreensão do significado de implicações, suposições e inferências; compreensão dos fundamentos epistemológicos do conhecimento científico; reconhecimento da influência da teoria na observação e vice-versa; compreensão da relevância da ciência; distinção entre as perguntas que têm uma base científica e questões ligadas a outros tipos de conhecimento; reconhecimento de valores e perspectivas que têm impacto sobre a tomada de decisões pessoais e sociais em ciência (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000). É nesse sentido que Razera e Nardi (2006) apontam para a importância das QSC como forma de superar a tendência dogmática do ensino de ciências que desconsidera a característica dinâmica do conhecimento, passando a ideia de uma ciência fundada em verdades absolutas que vão se acumulando ao longo do tempo. A educação com base em QSC ocorre por meio da consideração de questões éticas e de construção de juízos morais sobre temas científicos através da interação social e do discurso (ZEIDLER *et al.*, 2005).

---

<sup>58</sup> O foco único na memorização de conceitos é entendido por Conrado e Nunes-Neto (2018) como conceitualismo, em que há o “predomínio de exposição, pelo professor, e memorização, pelos estudantes, de fatos, termos e definições científicos, os quais são assumidos como o verdadeiro objeto da educação, em detrimento de aprendizagem de valores, normas e atitudes” (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 78-79).

As QSC têm sido utilizadas para temáticas diferentes em diversos contextos com propósitos de uma formação crítica, desenvolvimento de reflexões sobre condutas morais e questões éticas (SOLBES, 2013; MERCHÁN, 2014; CONRADO *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2016; SOUZA; PAIVA; NUNES-NETO, 2016; CONRADO, *et al.*, 2016; SILVEIRA; PALÁCIO; CONRADO, 2016; SANTOS; CONRADO; NUNES-NETO, 2016; FERREIRA, 2016), em que são debatidos os conteúdos em aspectos amplos, abarcando não apenas os conteúdos conceituais. Estes trabalhos têm apontado resultados promissores em termos de desenvolvimento de pensamento crítico, habilidade de resolução de problemas e envolvimento em ações sociopolíticas em temas controversos que envolvem relações entre os domínios CTSA.

As QSC permitem, ademais, abordar as dimensões CPA dos conteúdos no ensino. Assim, propomos como ênfase substantiva deste princípio de design que o ensino de biologia seja planejado e executado a partir das dimensões de conteúdos conceituais (perspectiva epistemológica, relacionada à compreensão de conceitos, princípios, fatos e evidências), procedimentais (relacionada à aplicação de técnicas e métodos) e atitudinais (axiológica, relacionada a valores, normas e atitudes que cabem juízo moral, podendo ser abordada a partir de vivência de situações, considerando aspectos éticos e políticos da prática científica) (ZABALA, 1998, CONRADO; NUNES-NETO, 2015, 2018).

Ademais, este princípio de design é importante para propiciar compreensão sobre processos de alterização e como estes podem conduzir a exclusão e marginalização social (o que, em ética, é adequadamente indicado pela ideia de exclusão da consideração moral, ou exclusão do círculo de consideração moral) que vem mediados por discursos ou práticas tecnocientíficas tanto na história passada quanto na contemporaneidade (ARTEAGA; EL-HANI, 2012). Esse debate sobre exclusão e relações entre opressorxs e oprimidxs é potencialmente utilizada para gerar pensamento crítico e engajamento social (FREIRE, 1992, 2017) e vários relatos forneceram evidências empíricas da proeminência de considerações morais na negociação e resolução de QSC (SADLER; DONNELLY, 2006). Estudos sugerem, ainda, que as considerações morais influenciam a forma como as pessoas negociam uma variedade de QSC, incluindo a investigação biomédica (PÉREZ; LOZANO, 2013), campo privilegiado na discussão da QSC que propomos.

Em suma, apostamos nesse princípio que, a partir do caso da QSC como base para a SD, apoiada na educação CTSA e articulada com as dimensões de conteúdo CPA, visa uma abordagem de ensino mais integral e também crítica, já que inserimos ética e política via conhecimentos, valores, normas e atitudes, visando contextualização e sistematização do processo de construção do conhecimento científico sobre mitose e câncer, baseado no caso de Henrietta Lacks.

**(2)** Ensino explícito de ética, com objetivo de estimular o pensamento sobre os diferentes juízos de valor acerca de questões que envolvem CTSA e a possibilidade de uma tomada de posição ético-moral racional frente a diversas situações cotidianas, a partir de uma abordagem expositiva das principais correntes em filosofia moral – a ética deontológica, a ética consequencialista (incluindo a ética pragmática e a ética utilitarista) e a ética das virtudes (BONJOUR; BAKER, 2007; WARBUTON, 2007; BECKERT, 2012) – e de discussões sobre o acionamento de uma ou mais destas perspectivas teóricas em tomadas de decisão e suas implicações sociais. Consideramos este princípio promissor na medida em que há uma lacuna de discussões sobre questões éticas nas salas de aula de ciências (BRYCE; GRAY 2004; RAZERA; NARDI, 2006; LIMA; GHEDIN, 2009). Além disso, Pedretti e Nazir (2011) argumentam sobre a relevância de um ensino que inclua uma tomada de decisão informada, capacidade de analisar, sintetizar e avaliar informações a partir da ética e do raciocínio moral. Ademais, a escola tem papel fundamental em apresentar dilemas ético-morais presentes no exercício da atividade científica ao longo da história, favorecendo o exercício e o processo de tomada de posição sociopolítica sobre aspectos complexos da contemporaneidade (JENNINGS *et al.*, 1991).

Nossa preocupação com este princípio é que a ética seja mais cuidadosamente considerada na educação científica, porque contribui para habilidades de pensamento e comunicação, como pensamento crítico e raciocínio lógico (BONJOUR; BAKER, 2007). Scheid (2011) discute que os dilemas éticos que são suscitados pela ciência e pela tecnologia contemporâneas repercutem e atingem a educação científica escolar. Assim, entendemos que um dos principais objetivos da educação científica é a preparação, no contexto da educação escolar, para um mundo marcado por complexos dilemas éticos suscitados pela atividade científica e tecnológica. Dessa maneira, é imprescindível que preparemos, por meio do ensino de ciências, estudantes para agirem, em tempo escolar, contra processos de

alterização negativas que conduzem a exclusão da consideração moral.

Para tanto, este princípio de design propõe o ensino explícito de três importantes e distintas tradições na filosofia moral, a saber, 1) a ética consequencialista, em que a conduta moral é dependente e apela como justificativa racional exclusivamente para as consequências de uma ação, sendo que esta se divide em duas perspectivas: a) pragmática (egoísta) em que a consequência deve ser boa para o agente moral em si ou para um grupo maior, mas, ainda assim, muito restrito e b) a utilitarista (altruísta) em que a consequência maximiza o bem, a felicidade ou o prazer para o máximo de envolvidos; 2) a ética deontológica, teoria moral kantiana que, em oposição à filosofia moral consequencialista, tem como foco as ações, sendo que a moralidade depende nesse caso dos direitos e deveres; e 3) a ética das virtudes, que consiste na compreensão de que a moralidade depende das virtudes de uma pessoa no que se refere a traços de caráter, tais como coragem, esperança, caridade, empatia etc. (BONJOUR; BAKER, 2007; WARBUTON, 2007; BECKERT, 2012).

Além do ensino explícito sobre as três tradições da filosofia moral, articulado ao caso da QSC, de modo a elucidar exemplos presentes no caso e situações contemporâneas; este princípio de design também propõe trabalhar a base moral que leva a desconsideração moral de diversos tipos. Apoiamo-nos em Singer (2004) para a discussão sobre o princípio básico da igualdade, que não requer um tratamento igual ou idêntico, mas requer consideração igual; nesse caso entendemos a ideia de igualdade em Singer, como equidade<sup>59</sup>, a partir de estudos feministas contemporâneos (VIEZZER; MOREIRA, 2006). A consideração igual para com os diferentes seres pode conduzir a tratamento diferente e a direitos diferentes. A violação dos princípios de igualdade é discutida a partir da analogia proposta por Singer (2004) de que xs racistas violam o princípio da igualdade, atribuindo maior peso aos interesses dos membros da sua própria raça, bem como os sexistas violam o princípio da igualdade ao favorecerem os interesses do seu próprio sexo. Da mesma forma, xs especistas permitem que os interesses da sua própria espécie dominem os interesses maiores dos membros de outras espécies. O padrão da

---

<sup>59</sup> A equidade aqui é vista como o reconhecimento de direitos e a efetivação desses em igualdade de condições, não restringindo acesso a bens, serviços ou quaisquer outros direitos por causa das diferenças que se conformam entre as pessoas e entre os diversos segmentos sociais, sendo que no momento atual a busca é pela equidade e promoção ampla do poder feminino (VIEZZER; MOREIRA, 2006), sendo essa equidade necessária também aos animais não humanos.



violação do princípio de igualdade e da exclusão de consideração moral é, em cada caso, idêntico. Este princípio moral orienta em termos filosóficos e pedagógicos o princípio de design aqui explicitado.

O ensino de ética promove uma combinação de componentes cognitivos e afetivos e tais dimensões podem ajudar xs estudantes a adquirirem uma melhor apreciação do fato de que os seres humanos vivem numa rede de relacionamentos morais. Propomos um ensino de biologia celular com olhares não apenas para os processos microscópicos e naturais, mas para as questões éticas e sócio-históricas com as quais a produção científica está envolvida. O ensino da ética desenvolve a percepção social e as habilidades de raciocínio analítico e contribui para a aquisição de senso de responsabilidade pessoal (SILVA, 2011). Ademais, uma das finalidades do ensino médio descritos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n. 9.394/1996) é o aprimoramento dx educandx como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico (BRASIL, 2017).

**(3)** Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire, com vistas ao desenvolvimento de habilidades críticas e dialógicas, bem como as capacidades de proposição de ASP pelxs estudantes. Propomos atividades didáticas que estimulem a participação ativa dxs estudantes em todos os momentos das aulas, a partir de três aspectos metodológicos freireanos: discussão de temas socialmente relevantes por meio de questões sociocientíficas, estabelecimento de um processo dialógico na sala de aula e envolvimento dxs estudantes em ASP. Associar e aplicar a pedagogia crítica e dialógica proposta por Freire ao ensino de ciências é construir uma visão radical da educação científica através da perspectiva de uma educação que pode mudar tanto a realidade social desigual do mundo globalizado (SANTOS, 2008), quanto a situação de degradação ambiental (KAHN, 2010). Apostamos neste princípio de design pela compreensão freireana de que somente o diálogo implica no pensamento crítico capaz de gerar a superação da contradição hegemônica entre oprimidxs e opressorxs. Na educação dialógica e problematizadora, o conteúdo programático não é uma imposição - um conjunto de informes a ser depositado -, mas representa subversão organizada e sistematizada que, por meio do diálogo e da crítica, se tornam elementos de (trans)formação (FREIRE, 2017).

Este princípio de design está comprometido em privilegiar as vozes dxs estudantes nas atividades didáticas, pois o diálogo é uma importante ferramenta de ensino (REIS, 2013), já que lidar com um caso de uma QSC e suas questões envolve trabalhar problemas complexos, pouco estruturados e abertos ao debate (SIMONNEAUX, 2007). Assim, o diálogo e a apreciação crítica sobre os conteúdos (em todas as suas dimensões) serão estimulados, a fim de desenvolver a potencialidade dxs estudantes em defender ideias de forma qualificada, implicando em pensamento crítico, fenômeno indispensável para que sejam possibilitadas ações sociopolíticas. Os debates em pequenos grupos e discussões ampliadas – com toda a turma – buscam promover autonomia de estudo e cooperação ao longo do processo de ensino e fomentam o pensamento crítico sobre dimensões éticas associadas às alterações científicas no uso das células HeLa.

Neste processo, docentes enfrentam o desafio de se afastar do discurso e das práticas de uma postura política supostamente neutra, e, ainda, de não impor os seus próprios valores específicos, devendo respeitar xs alunxs, mostrando-lhes posicionamento, mas, ao mesmo tempo, apontando que há outras posturas que elxs podem tomar, permitindo-lhes fazer as suas próprias escolhas. É nesta perspectiva de honestidade política e ideológica docente que se dá o verdadeiro diálogo. Uma formação moral e política deve envolver, acima de tudo, apropriação – por parte dxs estudantes – de conhecimento e reflexão crítica sobre os diferentes valores, sustentados por diferentes personagens sociais envolvidos na QSC em análise. Apenas a partir de tal apropriação e reflexão, com base em ciência, mas também, fundamentalmente, em ética, xs estudantes podem perceber mais nitidamente seu próprio posicionamento valorativo, julgando-o criticamente, e, ao mesmo tempo, notar que há outras posturas possíveis sobre o assunto, o que lhes permite melhores escolhas (SANTOS, 2008).

Na educação dialógica e crítica o papel docente não é de impor seus valores ou prover soluções para os complexos problemas sociocientíficos, mas de auxiliar estudantes a compreender diferentes valores e possibilidades de posicionamento frente às problemáticas (FREIRE, 1992). Para Freire (2017) o pensar dx educadorx somente ganha autenticidade no pensar dxs educandxs, mediatizadxs ambxs pela realidade, a partir do diálogo. Nesse processo, faz-se necessário que a voz discente seja ouvida, não apenas no sentido sonoro, mas em termos de consideração no campo social dialógico da sala de aula e para além desta.

A educação problematizadora dialógica e crítica é uma forma de subversão à educação do tipo bancária, que tem como essência a negação da dialogicidade, já que a primeira tem no diálogo a indispensável relação ao ato cognoscente, desvelador da realidade (FREIRE, 2017); uma pedagogia que elimina pela raiz as relações autoritárias, a partir de uma tarefa central, o diálogo (FREIRE, 1967).

Nossa proposta é, portanto, uma subversão ao modelo de sociedade e de educação que se negam ao diálogo – comunicação – e, em seu lugar, oferecem “comunicados”, resultantes de “depósitos” que se fazem preponderantemente “mudos”; tal mutismo não é propriamente inexistência de resposta, mas é a resposta a que falta teor marcadamente crítico (FREIRE, 1967). Sem a relação genuinamente dialógica não há possibilidade de criticidade.

Este princípio de design aposta numa educação que possibilite às pessoas uma discussão corajosa de problemáticas sociocientíficas e que as advirta dos perigos de seu tempo, para que, conscientes deles, ganhem a força e a coragem para agir, ao invés de serem levadas e arrastadas à submissão das prescrições alheias (FREIRE, 1967). Para Freire (2017) o diálogo é o encontro das pessoas, mediatizadas pelo mundo, para pronunciá-lo, de modo que este se impõe como caminho pelo qual as pessoas ganham significação enquanto pessoas. Sendo o diálogo o encontro em que se solidariza o refletir e o agir das pessoas endereçadas ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode se reduzir a um ato de depositar ideias de uma pessoa noutra, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas (FREIRE, 2017).

O pensamento das pessoas não ocorre de modo isolado, mas em coparticipação com outras pessoas pensantes sobre o objeto, de modo que não há um “penso”, mas um “pensamos” e, é nesta coparticipação das pessoas no ato de pensar que se dá a comunicação (FREIRE, 1983). O que caracteriza a comunicação, enquanto este comunicar comunicando-se, é que ela é diálogo, assim como o diálogo é comunicativo, e nessa relação dialógica-comunicativa as pessoas se expressam e se (trans)formam (FREIRE, 1983).

A educação autêntica, repitamos, não se faz de “A” para “B” ou de “A” sobre “B”, mas de “A” com “B”, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. Visões impregnadas de anseios, de dúvidas, de esperanças ou desesperanças que implicam temas significativos, à base dos quais se constituirá o conteúdo programático da educação (FREIRE, 2017, p. 116).

Assim, com forma de subversão à prática anti-dialógica da educação científica brasileira propomos este princípio de design pautado no diálogo que é, no sentido freireano, uma relação horizontal de A com B que nasce de uma matriz crítica e gera criticidade.

**(4)** Trabalho cooperativo, visando proporcionar que xs alunxs trabalhem em conjunto na busca por um acordo no processo e para um resultado comum, através da discussão sobre os conteúdos, tanto na construção de conhecimentos compartilhados a serem debatidos quanto na mobilização de conteúdos atitudinais, como respeito e tolerância, a partir de diferentes tipos de atividades em grupos. Este princípio é importante, pois tem sido descrito na literatura que xs alunxs, trabalhando cooperativamente, discutindo ideias e situações, estruturam melhor suas próprias aprendizagens (FERNANDES, 1997; FELDER; BRENT, 2007; DAMIANI, 2008). Além disso, pouca oportunidade tem sido dada pelxs professorxs para xs alunxs discutirem ideias em grupos sobre a interpretação dos acontecimentos, experiências ou questões sociais, embora os métodos participativos sejam importantes para engajar xs estudantes nas discussões em sala de aula (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000) e no desenvolvimento de um pensamento crítico.

Este princípio de design é uma oposição ao modelo hegemônico de educação em que as aulas são centradas na figura dx docente e xs estudantes competem por notas através de trabalhos individuais. Felder e Brent (2007) discutem que a aprendizagem cooperativa refere-se ao processo em que estudantes trabalham em equipes em alguma atividade didática específica em condições de atenderem a certos critérios determinados, o que inclui a responsabilidade individual pelo alcance completo do objetivo da atividade proposta.

A aprendizagem cooperativa é, por sua natureza, um método ativo. Além disso, a cooperação melhora o aprendizado de várias maneiras. Estudantes que trabalham individualmente são suscetíveis a desistir de determinadas tarefas; trabalhando cooperativamente, elxs tendem a continuar (FELDER; BRENT, 2007). Diferentes habilidades podem ser alcançadas por meio da cooperação, já que a expectativa é de que estudantes que têm facilidade em alguma ação ajudem estudantes com dificuldade na mesma, ampliando possibilidade de mobilização de conteúdos propostos na intervenção. Ademais, estudantes trabalhando sozinhos podem tender a atrasar tarefas ou ignorá-las, mas quando sabem que outrxs estudantes estão contando com elxs, motivam-se para realizar atividades em tempo

hábil (FELDER; BRENT, 2007).

Outras razões para apostarmos nesse princípio de design é que estudantes que são ensinados a partir da cooperação tendem a exibir níveis elevados de habilidades de raciocínio e pensamento crítico, a compreender profundamente os materiais estudados, a dedicar maior tempo às tarefas e a manifestar comportamento menos perturbador em classe, menores níveis de ansiedade e estresse, maior motivação intrínseca para aprender, maior capacidade de ver situações pelo ponto de vista de outras pessoas, relações mais positivas e favoráveis com colegas, atitudes mais positivas em relação às áreas temáticas e maior auto-estima (FELDER; BRENT, 2007; DAMIANI, 2008).

A aprendizagem cooperativa é muitas vezes contrastada com aprendizagem competitiva e aprendizagem individualista, cada uma diferindo significativamente na estrutura das interações estudantis na sala de aula (TANNER; CHATMAN; ALLEN, 2003). Tanto na aprendizagem competitiva quanto na aprendizagem individualista os estudantes trabalham individualmente, de modo que na primeira os estudantes têm objetivos e tarefas de aprendizado comuns, ao passo que na segunda os estudantes têm metas e tarefas individualizadas, diferentes das de outros alunos. Já na aprendizagem cooperativa, os alunos trabalham em pequenos grupos, compartilham objetivos de aprendizagem e tarefas dentro de um grupo que pode ser semelhante ou diferente de outros grupos e a avaliação se dá tanto no trabalho em grupo quanto individual (TANNER; CHATMAN; ALLEN, 2003).

É importante também realizar uma distinção entre trabalho cooperativo e trabalho colaborativo. Damon e Phelps (1989) discutem que no trabalho colaborativo os estudantes assumem diferentes papéis ao resolverem a tarefa proposta, ficando cada pessoa responsável por determinada parte da mesma, de modo que com esta subdivisão do trabalho, os estudantes podem acabar trabalhando, a maior parte do tempo, de modo isolado. Já quando se promove trabalho cooperativo, os estudantes trabalham sempre em conjunto num mesmo problema, em vez de separadamente em componentes da tarefa (DAMON; PHELPS, 1989).

Em termos metodológicos este princípio de design objetiva que os estudantes construam, discutam e debatam os méritos de suas ideias entre si. Hodson (2013) sugere a discussão em pequenos grupos para apoiar a construção de ideias de modo rigoroso e crítico para uma posterior discussão em grande grupo e/ou apresentação formal que incentiva a clareza de expressão e consideração

cuidadosa de possíveis contra-argumentos. Nesse sentido, metodologicamente, esse princípio de planejamento assegura dois caminhos: 1) debates orientados em grupos de estudantes, com discussão de ideias, síntese e sistematização de respostas/posicionamentos embasados, e 2) debates entre grupos a partir da explicitação dessas ideias para o grupo maior que corresponde a turma inteira.

Este princípio de design - já validado por estudos anteriores (MUNIZ *et al.*, 2012; SARMENTO *et al.*, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2013, SÁ *et al.*, 2015; SARMENTO, 2016) – preconiza, portanto, trabalho mútuo, em que, ao mobilizar diferentes conteúdos, os estudantes também experienciem, na prática, conteúdos atitudinais relevantes, como empatia, tolerância, escuta sensível, já que na cooperação o trabalho tem responsabilidade comum a todos.

**(5)** Uso de Textos de Divulgação Científica (TDC) (Apêndice I), para promover a compreensão dos conteúdos de maneira crítica e sistematizada, realização de debates em sala de aula e contextualização por CTSA, a partir da leitura e discussão de TDC adaptados ao contexto do ensino-pesquisa, em pequenos grupos de estudantes, utilizando recortes de reportagens e de um livro sobre fatores sociais e ambientais relacionados à incidência de câncer. Cada grupo é responsável pela análise e compartilhamento das questões envolvidas em um ou mais TDC, de modo que cada texto aborda um fator socioambiental específico que se relaciona à incidência de câncer. O compartilhamento dessa análise crítica é importante, pois possibilita a discussão ampla de toda a turma sobre variadas questões dos domínios CTSA nas causas do câncer e sua relação com a mitose, o que contribui para abarcar a multifatorialidade da doença num tempo escolar razoável. Este princípio se justifica, pois o uso de TDC é uma atividade inspirada na literatura que tem discutido seu potencial para o ensino da ciência escolar em relação aos interesses, às experiências e aos conhecimentos dos estudantes (MELO; HOSOUME, 2003; MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004; SARMENTO *et al.*, 2013; ZANOTELLO; ALMEIDA, 2013).

O TDC é um gênero textual que tem como finalidade apresentar conhecimentos científicos para leitores não especializados, sendo habitualmente produzidos por jornalistas, docentes e cientistas, com a finalidade de apresentar resultados de pesquisas com relevância social (ALMEIDA, 2017). São descritos como uma das melhores formas de comunicar sobre o conhecimento científico para

a população, a fim de suprir o interesse coletivo de ampliar o conhecimento a respeito da produção científica (RODRIGUES; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2014).

Nos TDC predominam seqüências textuais explicativas, argumentativas e descritivas para facilitar a compreensão do tema pelo público leitor e para tornar nítido os elementos de exposição que exijam mais explicação (ALMEIDA, 2017). Estes textos têm um importante desafio de ser ponte entre comunidade científica e público geral, já que tem como objetivo também a transposição de uma linguagem especializada para uma comum. Assim, o “conhecimento científico deve chegar às pessoas numa linguagem acessível, para não se ver abdicada sob o argumento de que a sua demonstração se faz dentro de uma complexidade superestimada” (MONERAT ; ROCHA, 2017, p. 2).

No contexto da educação básica, além dos TDC contribuírem para a motivação e estímulo da participação dxs estudantes e complementação de recursos didáticos, eles podem ter diversos objetivos formativos, dos quais destacamos: desenvolver o pensamento crítico, estimular a busca pelo conhecimento científico, apropriação de terminologias e conceitos científicos, desenvolvimento de habilidades de leitura, interpretação e domínio de conteúdos, contato com valores implícitos ou explícitos sobre a produção do conhecimento científico em reportagens e recortes de textos, apropriação de formas de argumentação e possibilidades de se explorar as relações CTSA.

Diversxs pesquisadorxs em educação científica vêm apontando as potencialidades de TDC constituírem-se em material alternativo ao livro didático e promotor de discussões sobre as relações entre CTSA, entre outros aspectos (NASCIMENTO, 2010). Assim como no estudo realizado por Nascimento (2010) os TDC podem ter diferentes funções que evidenciam potencialidade para educação científica, tais como: a) ilustração (exemplificação) de algum conceito ou fenômeno; b) base/guia da aula (o TDC que assume o papel de eixo estruturador da aula); c) exercício da criticidade; d) estímulo e incentivador para a participação dxs alunxs; e) elemento motivador; f) elemento de conclusão da aula; g) exercício de leitura diferentes daquelas típicas do livro didático; h) introdução de novas práticas didáticas; i) recuperação de conteúdos vistos anteriormente, e j) uma forma de utilizar temas contemporâneos nas aulas de ciências.

O estudo de Sarmiento e colaboradorxs (2013), por exemplo, apostou no uso de TDC tanto para contextualizar o ensino do metabolismo energético quanto para

iniciar e motivar discussões acerca de questões mais específicas do metabolismo, fornecendo bases para a compreensão do conteúdo a partir de experiências dxs estudantes. O trabalho de Monerat e Rocha (2017) mostrou que temáticas ligadas à biologia celular são amplamente abordadas em TDC – principalmente revistas de divulgação científica - e essa divulgação pode servir para ampliar discussões nos campos da pesquisa e do ensino de biologia, além de também contribuir como referencial à disposição de educadorxs e pesquisadorxs, colaborando para que seus conteúdos possam ser ensinados e compreendidos de forma satisfatória.

Assim como no estudo de Almeida (2017) – que utilizou TDC como elemento facilitador do processo de ensino e aprendizagem de ecologia -, propormos, para esta pesquisa, a participação docente na mediação da leitura dos textos (ALMEIDA, 2017), por meio de definições prévias e nítidas dos aspectos a serem analisados, a partir de roteiros de discussão para cada texto (Apêndice I). Os TDC aqui propostos foram adaptados de reportagens disponíveis na internet e de elementos do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”. A adaptação se deu em termos de redução do tamanho dos textos, a partir principalmente da exclusão de elementos que não são relevantes aos objetivos educacionais elencados.

Cada TDC contém um roteiro de discussão, construído com o intuito de que xs alunxs realizem a leitura buscando responder/resolver as questões propostas. Neste roteiro há um conjunto de questões comuns para todos os grupos, a fim de que – na discussão com toda a turma – cada grupo possa situar o fator socioambiental ligado ao câncer que analisou; e também há questões específicas que têm maior potencialidade de discutir controvérsias sobre a temática estudada. Muitos dos quesitos presentes nos roteiros de discussão fazem parte das questões orientadoras da QSC que direcionam a sequência didática proposta (Apêndice J).

Tal princípio já foi validado por trabalhos de desenvolvimento de intervenções didáticas (MUNIZ *et al.*, 2012; SARMENTO *et al.*, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2103, SÁ *et al.*, 2015) que demonstraram potencial em diferentes aspectos, como motivação discente, contextualização do cotidiano e compreensão de questões de história e natureza da ciência. Este princípio de design, no qual estamos apostando, busca promover autonomia de estudo e cooperação ao longo do debate e fomenta o pensamento crítico sobre a natureza multifatorial do câncer e as questões sociais de gênero, raça e classe envolvidos.

Em suma, com estes cinco diferentes princípios de design (que estão



intimamente ligados uns aos outros), esperamos construir uma SD sobre mitose e câncer capaz de mobilizar conteúdos CPA, numa perspectiva CTSA da educação, visando promover as capacidades de PC sobre questões e problemas éticos, como o racismo, o sexismo e a opressão de classe, e de ASP por estudantes do Ensino Médio. Estes princípios de design, com base na formulação que utilizamos, estão resumidos no quadro abaixo.

Quadro 1. Princípios de design que orientam a sequência didática.

Característica	Propósitos/função	Procedimentos	Razões
Uso didático de uma QSC baseada num caso real.	<p>Discutir criticamente os conteúdos, de modo amplo, os quais incluem os conceitos éticos pertinentes.</p> <p>Analisar situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, focalizando os que conduzem a racismo, sexismo e opressão de classe na história de ciência.</p> <p>Promover pensamento crítico sobre aspectos epistemológicos, históricos, axiológicos da biologia, e as implicações da mesma na sociedade.</p>	<p>Xs alunxs analisarão, em grupos, uma QSC durante toda a SD, envolvendo conceitos de biologia celular, dilemas éticos, processos negativos de alterização, progresso axiológico da ciência, questões tecnológicas e ambientais, a partir do caso. Tais análises poderão ser subsidiadas por questões orientadoras que podem ser respondidas de diferentes formas, sendo que as discussões sobre o caso devem subsidiar também ação(ões) sociopolítica(s) associada(s) às alterizações.</p>	<p>Vários relatos forneceram evidências empíricas da proeminência de considerações morais na negociação e resolução de QSC (SADLER; DONNELLY, 2006), de modo que o uso de QSC favorece a consideração de como questões de base científica e as decisões relacionadas à ciência refletem, em parte, os princípios morais e qualidades de virtude que englobam a vida individual e social (ZEIDLER <i>et al.</i>, 2005). Ademais, este princípio é importante para entender a noção de processos de alterização, e como podem conduzir a processos de exclusão da consideração moral, que vem mediados por discursos ou práticas tecnocientíficas (ARTEAGA; EL-HANI, 2011).</p>
Ensino explícito de ética.	<p>Estimular o pensamento sobre os diferentes juízos de valor acerca de questões que envolvem CTSA e a possibilidade de uma tomada de posição ético-moral racional frente a diversas situações cotidianas.</p>	<p>Abordagem expositiva sobre aspectos gerais das principais correntes em filosofia moral – a ética deontológica, a ética consequencialista (incluindo a ética pragmática e a ética utilitarista) e a ética das virtudes (WARBUTON, 2007; BECKERT, 2012).</p> <p>Discussões sobre o acionamento de uma ou mais destas perspectivas teóricas em tomadas de decisão e suas implicações sociais.</p>	<p>Há uma lacuna de discussões sobre questões éticas na educação científica (BRYCE; GRAY 2004; RAZERA; NARDI, 2006). A escola tem papel fundamental em apresentar dilemas ético-morais presentes no exercício da atividade científica, favorecendo o processo de tomada de posição sobre aspectos complexos da contemporaneidade (JENNINGS <i>et al.</i>, 1991), promovendo um ensino que inclua capacidade de analisar, sintetizar e avaliar informações a partir da ética e do raciocínio moral (PEDRETTI, NAZIR, 2011).</p>
Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire.	<p>Desenvolver habilidades críticas e dialógicas e envolvimento na proposição de ASP.</p>	<p>Atividades didáticas que promovam a participação ativa dxs estudantes em todos os momentos das aulas, a partir de três aspectos metodológicos de Freire: discussão de temas socialmente relevantes por questões sociocientíficas, estabelecimento de um processo dialógico na sala de aula e envolvimento dxs estudantes em ASP.</p>	<p>A pedagogia crítica e dialógica proposta por Freire, quando associada ao ensino de ciências, visa construir uma visão radical da educação científica através da perspectiva de uma educação que pode mudar tanto a realidade social desigual do mundo globalizado (SANTOS, 2008), quanto a situação de degradação ambiental (KAHN, 2010), já que na educação dialógica e problematizadora, o conteúdo programático não é uma imposição, mas representa subversão organizada e sistematizada</p>

			que, por meio do diálogo e da crítica, se tornam elementos de (trans)formação (FREIRE, 2017).
Trabalho cooperativo.	Proporcionar que xs alunxs trabalhem em conjunto na busca por um acordo no processo e para um resultado comum.	Discussão sobre os conteúdos, tanto na construção de conhecimentos compartilhados a serem debatidos quanto na mobilização de conteúdos atitudinais, como respeito e tolerância, a partir de diferentes tipos de atividades em grupos.	Estudantes trabalhando cooperativamente, discutindo ideias e situações, estruturam melhor suas próprias aprendizagens (FERNANDES, 1997; FELDER; BRENT, 2007; DAMIANI, 2008). Ademais, pouca oportunidade tem sido dada por docentes para xs alunxs discutirem ideias em grupos sobre a interpretação dos acontecimentos, experiências, ou questões sociais, embora os métodos participativos sejam importantes para engajar xs estudantes nos processos de pensamento e discussão nas aulas (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).
Uso de Textos de Divulgação Científica.	Promover a compreensão dos conteúdos de maneira crítica e sistematizada, realização de debates em sala de aula e contextualização por CTSA.	Leitura e discussão de TDC adaptados ao contexto do ensino-pesquisa, em pequenos grupos de estudantes, utilizando recortes de reportagens e de um livro sobre fatores sociais e ambientais relacionados à incidência de câncer. Cada grupo é responsável pela análise e compartilhamento das questões envolvidas em um ou mais TDC, que são subsidiadas por questões orientadoras presentes em um roteiro entregue previamente.	O uso de TDC é uma atividade inspirada na literatura que tem discutido seu potencial para o ensino da ciência escolar em relação aos interesses, às experiências e aos conhecimentos dxs estudantes (MELO; HOSOUME, 2003; MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004; SARMENTO <i>et al.</i> , 2013; ZANOTELLO; ALMEIDA, 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por conta da problemática ligada à predominância de abordagens didáticas excessivamente focadas em conceitos, acríicas e cientificistas em biologia celular, verificado em outro estudo recente, produzimos nessa investigação princípios de design de uma SD, a partir de um referencial teórico que preza pelo ensino dialógico, com abertura explícita a discussões éticas, visando desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico sobre elementos sociais mais amplos. Assim, apostamos em cinco princípios de design como uma possibilidade de contribuir para o ensino de biologia celular.

A partir da pedagogia crítica freireana, concentrando-se no propósito político de transformar condições opressivas na sociedade, por meio de uma visão radical do letramento científico, do ensino explícito de ética, do uso de QSC como ferramenta didática e do estabelecimento de um processo dialógico e cooperativo em sala de aula, esperamos que tais princípios de design associados à SD possam contribuir para uma educação científica integral e crítica no ensino de biologia celular, visando a criação de condições para o desenvolvimento de ações sociopolíticas.

Propomos uma educação científica crítica pautada em conteúdos que prezem não apenas o aspecto epistemológico da temática, mas que mobilizem a dimensão procedimental e também uma dimensão que acione elementos axiológicos profundos, promovendo debate, pautado em uma visão equilibrada, sobre como as ciências podem gerar processos de alterização. Desse modo, esperamos que nossa intervenção possa promover discussões embasadas sobre condutas morais, capacidades de pensamento crítico, e envolvimento na proposição de ASP pelos estudantes, de modo a contribuir para a educação das relações étnico-raciais, promotora de equidade de gênero e comprometida com a transformação da sociedade desigual. Em trabalhos futuros, apresentaremos resultados da avaliação empírica da SD.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira *et al.* Pesquisa colaborativa: um caminho para a superação da lacuna pesquisa-prática e promoção do desenvolvimento profissional docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e**

**inovações educacionais em ensino de biologia.** Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

ALMEIDA, Sandra Luiza Sousa Santos de. **Textos de divulgação científica no ensino de biologia:** possibilidade de uso da literatura para construção de conceitos em uma unidade didática sobre ecologia. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ANDRADE, Maria Aparecida Silva *et al.* Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016.

ARTEAGA, Juan Manuel Sánchez; EL-HANI, Charbel Niño. Othering processes and STS curricula: from nineteenth century scientific discourse on interracial competition and racial extinction to othering in biomedical technosciences. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 607-629, 2012.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.

AZINHAGA, Patrícia; REIS, Pedro. Estratégias para a promoção da ação sociopolítica em contexto educativo: o Concurso PolarAct – Mensagem Polar. **27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales “Tendiendo puentes entre España e Portugal y Tercera Escuela de doctorado**, 2016, Espanha. p. 969-977, 2016.

BECKERT, Cristina. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BENCZE, John Lawrence; ALSOP, Steve. Ecojustice through Responsibility. **Science Education**. Annual conference of the Canadian Society for the Study of Education, May 23-26, 2009, p. 1-14.

BONJOUR, Laurence; BAKER, Ann. **Philosophical problems:** an annotated anthology. Reprint, 2. ed. Washington: Reprint, 2007.

BRASIL. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 58 p.

BRYCE, Tom; GRAY, Donald. Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 6, p. 717-33, 2004.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001. Disponível em: <<http://lrc-ead.nutes.ufrj.br/constructore/objetos/obj20452.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

\_\_\_\_\_. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. **11th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**, 2015, Helsinki. Programme. Helsinki, Finlândia: ESERA, 2015.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p.1132-1147, 2016.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**. v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v22n68/1413-2478-rbedu-22-68-0169.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar**, Curitiba, UFPR, n. 31, p. 213-230, 2008.

DAMON, William; PHELPS, Erin. Critical distinctions among three approaches to peer education. **International Journal of Educational Research**, v. 13, n. 1, p. 9-19, 1989.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* Genética, raça e políticas de ações afirmativas a partir de questões sociocientíficas. In: VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2015, Rio de Janeiro. **Anais... VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, VI ESOCITE. BR.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2015. p. 392.

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Sci Ed**. n. 84, p. 287–312, 2000.

EL-HANI, Charbel Niño; GRECA, Ileana María. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia. **Ciência e Educação**. v. 17, n. 3, 2011.

FERREIRA, Tiago Alfredo da Silva *et al.* Ensino de Análise do Comportamento com o uso de Questões Sociocientíficas: um caso sobre a medicalização da vida. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

FELDER, Richard M.; BRENT, Rebecca. Cooperative Learning. In: MABROUK, Patrícia Ann ed., **Active Learning: Models from the Analytical Sciences**. ACS Symposium Series 970. Washington, DC: American Chemical Society, 2007.

FERNANDES, Elsa. O trabalho cooperativo num contexto de sala de aula. **Análise Psicológica**. v. 4, n. XV, p. 563-572, 1997.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

\_\_\_\_\_. **Extensão ou comunicação?** 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 64. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GUIMARÃES, Ana Paula Miranda *et al.* O aquecimento global como conteúdo norteador para ensinar sobre visão sistêmica do planeta terra no ensino médio. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

HARGREAVES, David H. The knowledge-creating school. **British Journal of Educational Studies**, n. 47, p.122-144, 1999.

HODSON, Derek. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

\_\_\_\_\_. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 3, n.1, 2004.

\_\_\_\_\_. **Looking to the Future: building a curriculum for social activism.** Toronto: Sense Publishers, 2011.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos.** Brasília: Liber Livros, 2008.

JENNINGS, Bruce *et al.* **New choices, new responsibilities: ethical issues in the life sciences: a teaching resource on bioethics for high school biology courses.** USA: Hastings Center, Ringbound edition, 1991.

KAHN, Richard. **Critical pedagogy, ecoliteracy, and planetary crisis: the ecopedagogy movement.** New York: Peter Lang, 2010.

KILOMBA, Grada. **Plantation memories: episodes of everyday racism.** Berlim: Unrast, 2008.

KORTLAND, Koos. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, New York, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LEVINSON, Ralph. Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

LIMA, Eliane Batista de; GHEDIN, Evandro. Conhecimento, ciência e ética na epistemologia de Fourez e suas implicações para o Ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis, **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

MARTINS, Isabel; NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ABREU, Teo Bueno de. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

MERCHÁN, Nidia Yaneth Torres. **Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente.** 2014. Tese (Doutorado em Investigació en Didàctiques Específiques - Ciències Experimentals), Universitat de València, València, 2014.

MELO, W. C.; HOSOUME, Y. O jornal em sala de aula: uma proposta de utilização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBF, p. 235-611, 2003.

MONERAT, Carlos Alberto Andrade; ROCHA, Marcelo Borges. A Biologia Celular em textos de Divulgação Científica. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC). Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

MUNIZ, Cássia Regina Reis *et al.* Estudo de desenvolvimento de uma intervenção para o ensino de metabolismo energético – segundo protótipo. IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBO) e II Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBO), **Anais...** Goiânia: SBEnBIO, Regional 4, set. 2012.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Modos de usos de textos de divulgação científica por futuros professores de ciências. In: **III Encontro Nacional de Ensino de Biologia e IV Encontro Regional de Ensino de Biologia** (III ENEBO e IV EREBO) e **V Congresso Iberoamericano de Educación en Ciências Experimentales**. Fortaleza: SBEnBio, 2010.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia** (15º SNHCT). Florianópolis: SBHC, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC). Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

\_\_\_\_\_. Biologia celular: uma revisão sistemática sobre experiências didáticas no ensino médio. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 201-229, 2018.

PAIVA, Ayane de Souza. **Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

PAIVA, Ayane de Souza; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Trabalho colaborativo e investigação qualitativa: um rigor outro para validação de sequências didáticas socioculturalmente referenciadas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 3., 2014, Badajoz. **Atas...** Badajoz, 2014. p. 307-312.

PEDRETTI, Erminia G. *et al.* Promoting issues based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. **Science & Education**, Dordrecht, v. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2008.

PEDRETTI, Erminia G.; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; LOZANO, Diana Lineth Parga. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.** v. 8, n. 1, p 23- 35, 2013.

PLOMP, Tjeerd. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, Tjeerd.; NIEVEEN, N. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.



RAZERA, Júlio César Castilho; NARDI, Roberto. Ética no ensino de Ciências: responsabilidade e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controversos. **Revista Eletrônica Investigações em Ensino e Ciências**, v. 11, n. 1 mar. 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 15 mar. 2015.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

REIS, Ingrid Andrade *et al.* O ensino de biologia celular sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013, Águas de Lindóia, **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1593-1.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

RODRIGUES, R. V. NASCIMENTO, T. de S.; RODRIGUES, D. A. M. Conhecimentos e dificuldades na produção de textos de divulgação científica por alunos do curso de ciências biológicas da Universidade Federal do Ceará. **Revista Sbenbio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0873-1.pdf>>. Acesso em: 17 jun 2017.

SÁ, Thiago Serravalle de *et al.* Energetic metabolism in biology classrooms: a developmental study of a teaching sequence. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, v. 167, p. 50-55, 2015.

SADLER, Troy D.; DONNELLY, Lisa A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality, **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula. Introdução. In: SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula. (Org). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2009. p. 9-19.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic. **Science Education**. v. 93, p. 361-382, 2008.

SANTOS, Jéssica Cruz; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Questões sociocientíficas no ensino fundamental de ciências: uma experiência com poluição de águas. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SILVA, Karolina Martins Almeida e; SILVA, Shirley Margareth Buffon da. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-452.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência & Educação**, Bauru, v.19, n.3, p. 573-598, 2013.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Dissertação (Mestrado Ensino,

História e Filosofia das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

SCHEID, Neusa Maria John. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. **Diálogo**. n. 19, p. 65-79, 2011.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SILVA, Paulo Fraga da. Bioética e educação ético-moral: desafios à formação de professores. In: CONGRESSO DE PESQUISAS EM PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO MORAL, II **Anais...** p. 752-765. 2011.

SILVEIRA, Mônica; PALÁCIO, Regina; CONRADO, Dália Melissa. Aplicação de questões sociocientíficas como estratégia para o ensino sobre energia elétrica. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

SIMONNEAUX, Laurence. Argumentation in socioscientific contexts. In: ERDURAN, Sibel; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar. (Eds.). **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht, The Netherlands: Springer. p. 179–199, 2007.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

SOUZA, Hemilly Cerqueira; PAIVA, Ayane de Souza; NUNES-NETO, Nei.. Racismo e sexismo no ensino de biologia: uma proposta de ensino baseada em questões sociocientíficas para a formação de uma cidadania crítica. In: **VII Congresso Internacional de Enseñanza de la Biología e III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias** (VII CIEB e III CIEC). Buenos Aires, 2016.

SOLBES, Jordi. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2013.

TANNER, Kimberly; CHATMAN, Liesl S.; ALLEN, Deborah. Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom - beyond students working in groups. **Cell Biology Education**, v. 2, p. 1-5, 2003.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. Educação em Ciências numa Perspetiva de Literacia Científica Crítica. **Documentos de Trabajo de Iberciencia**, Madrid, n. 2, 2014.

\_\_\_\_\_. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v. 18 n. 52, p. 163-242, 2013.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.), **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. p. 1-14.

VIEZZER, Moema; MOREIRA, Tereza. (Org). **Um outro jeito de ser**. São Paulo: Rede Mulher de Educação/Unicef, 2006.

WARBUTON, Nigel. **Elementos básicos da filosofia**. Lisboa: Gradiva, 2007.

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

ZANOTELLO, Marcelo; ALMEIDA; Maria José Pereira Monteiro de. Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de física básica na educação superior. **Revista Ensaio**, v.15, n. 3, p. 113-130, 2013.

ZEICHNER, Kenneth M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, Corinta M. G.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. (Org.) **Cartografia do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 207-235.

ZEIDLER, Dana L. *et al.* Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, p. 357-377, 2005.

## CAPITULO IV

### **Processo qualitativo de validação de uma sequência didática sobre mitose e câncer articulada a uma questão sociocientífica: contribuições de docentes e feministas<sup>60</sup>**

#### **Resumo**

A validação é o processo que permite analisar a viabilidade de determinado procedimento ou instrumento de pesquisa em atender às propostas apresentadas pelo objeto de estudo a que esteja vinculado. Este trabalho consiste numa análise sobre as implicações do processo de validação prévia de uma sequência didática sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento de uma Pesquisa de Design Educacional. A sequência didática foi construída a partir de um trabalho colaborativo, adotando o arcabouço teórico-metodológico da Pesquisa de Design Educacional e da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, sendo orientada pela abordagem de uma Questão Sociocientífica. A intervenção didática propõe debates éticos sobre progresso da ciência e sobre processos de alterização que conduzem à exclusão da consideração moral, além de viabilizar pensamento crítico e ações sociopolíticas. O processo de validação permitiu aperfeiçoar a intervenção didática, através de ajustes, inclusões e exclusões de elementos, por meio das experiências e dos conhecimentos tanto de profissionais da educação científica quanto de feministas.

**Palavras-chave:** validação; sequência didática; docentes de biologia; feministas.

#### **Abstract**

Validation is the process that allows analyzing the viability of a particular procedure or research instrument to comply with the proposals presented by the object of study to which it is linked. This paper consists of an analysis of the implications of the previous validation process of a teaching sequence on mitosis and câncer, by biology teachers and feminists, for the development of an Educational Design Research. The teaching sequence was constructed from a collaborative work, adopting the theoretical-methodological framework of the Educational Design Research, and the Science-Technology-Society-Environment Education, being guided by the approach of a Socio-scientific Issues. The didactic intervention proposes ethical debates about the progress of science and about processes of othering which lead to the exclusion of moral consideration, in addition to enabling critical thinking and socio-political actions. The validation process allowed to improve the didactic intervention, through adjustments, inclusions and exclusions of elements, through the experiences and knowledge of both scientific education professionals and feminists.

**Keywords:** validation; teaching sequence; biology teachers; feminists.

---

<sup>60</sup> Este artigo foi apresentado no VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia (VIII EREBIO) e publicado nos Anais do referido evento, sendo ampliado para submissão à Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio).

## INTRODUÇÃO

A validação de intervenções e instrumentos de produção de dados nas pesquisas educacionais é muito importante para uma execução satisfatória e rigorosa das investigações em desenvolvimento. A validação é o processo pelo qual é analisada a viabilidade que algum procedimento ou instrumento de pesquisa tem em atender às propostas apresentadas pelo objeto de estudo de determinada investigação a que esteja vinculado. Há intensos debates sobre o rigor em pesquisas educacionais e na área de ensino de ciências, em particular, no que se refere aos aspectos de coerência interna (SANTOS; GRECA, 2013), sendo urgente propor estratégias de superação para que haja coerência entre as problemáticas de pesquisa e os procedimentos de produção e análise de dados, bem como seus instrumentos e abordagens (SHAFFER; SERLIN, 2004). A adequação de instrumentos de investigação em relação ao referencial teórico adotado e aos objetivos da pesquisa é essencial para garantir inferências e interpretações seguras sobre o objeto de estudo (MOREIRA, 2016).

A ideia de validação está originalmente ligada a métodos quantitativos nos quais a validade consiste na extensão em que uma medida representa corretamente o conceito do estudo, ou seja, o grau em que a medida está livre de qualquer erro, representando precisamente o que se espera (OLLAIK; ZILLER, 2012). Em pesquisas qualitativas a concepção de validade assume formas distintas, pois a discussão sobre escalas de medição não se aplica a métodos qualitativos, sendo necessária outra compreensão da validade (OLLAIK; ZILLER, 2012). Assim, a validação nas pesquisas qualitativas busca analisar a coerência entre elementos da pesquisa e objetivos/questões de investigação, focalizando na consistência a partir da descrição, análise e compreensão de um fenômeno, e não por meio de explicações e/ou previsões em termos estatísticos.

Neste trabalho, assim como apontado por Moreira (2016), interpretamos a validade de uma teoria de ensino ou de aprendizagem, a partir de estudos de intervenções educacionais, como proposto por Plomp (2009). A referida interpretação está intimamente relacionada ao alcance dos objetivos, sejam de aprendizagem ou de ensino, a que a intervenção se propõe, de modo que as questões relacionadas à validade das intervenções demandam preocupação com as metodologias, abordagens e referenciais teóricos utilizados para o desenvolvimento

da proposta, de modo a garantir que a intervenção possua características para alcançar os objetivos de ensino e/ou de aprendizagem esperados com a sua aplicação.

Neste estudo, apresentamos uma análise das implicações do processo de validação de uma sequência didática (SD) sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento da pesquisa de design educacional empreendida. Entendemos SD conforme Zabala (1998, p. 18), como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos”. A SD que construímos tem como objetivo o ensino de mitose e câncer associado a debates éticos sobre progresso da ciência e sobre processos de alterização ligados ao racismo, sexismo e opressão de classe, articulados para promover as capacidades de pensamento crítico<sup>61</sup> e de proposição de ação sociopolítica, no contexto do Ensino Médio (EM).

A alterização corresponde ao processo cultural de produção de alteridades por meio da delimitação, rotulação e categorização das formas possíveis de ser *outro*, a partir de determinados marcos sócio-históricos (ARTEAGA *et al.*, 2015), sendo este processo comumente envolvido na construção das identidades. No entanto, a alterização se torna negativa quando gera marginalização, subjugação e exclusão, a partir de algum tipo de reforço a noções de normalidade, caracterizando as diferenças como desvios, a partir de categorizações de inferioridade (ARTEAGA *et al.*, 2015). São exemplos de processos negativos de alterização o racismo, o sexismo, a opressão de classe, a LGBTfobia<sup>62</sup> e o especismo<sup>63</sup>. Esses processos de

---

<sup>61</sup> Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) apontam, a partir das ideias de Robert H. Ennis, a compreensão do pensamento crítico como uma forma de pensamento racional, reflexivo e focalizado na decisão sobre o que acreditar e/ou o que fazer. O conjunto de disposições do pensamento crítico relaciona-se com uma inclinação para agir de forma crítica, o que inclui alguns elementos, por exemplo: identificar questões, apresentar razões para uma posição, formular e explicar hipóteses, formular e justificar conjecturas, argumentar e contra-argumentar e decidir uma ação (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

<sup>62</sup> O termo LGBTfobia consiste nas diferentes formas de abusos, discriminações, ódio e exclusão associadas a diversas formas de violência que pessoas lésbicas, gays, bissexuais e transexuais podem estar submetidas. Tal submissão está associada às relações de poder impostas pela hegemonia da heteronormatividade, ou seja, a produção e reafirmação compulsória da norma heterossexual (LOURO, 2009). A sigla LGBT, de Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transexuais, é limitada, por não abarcar a diversidade de expressões de identidade sexual e de gênero, mas a utilizamos como representação para esta diversidade sexual.

<sup>63</sup> O especismo é um tipo de preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies (SINGER, 2004). Este termo foi cunhado por Richard Ryder e tem sido adotado desde a primeira edição do livro “Libertação Animal” de Peter Singer.

alterização são referidos, no campo da ética, pela ideia de exclusão da consideração moral, ou de exclusão do círculo de consideração moral (SINGER, 2004).

Os debates éticos empreendidos para esta SD são inspirados nos processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral - pelo menos três: sexismo, racismo e opressão de classe, em que esteve submetida Henrietta Lacks. Consideramos a história de Henrietta Lacks promissora para trabalhar questões sociais amplas ligadas à biologia celular, mais especificamente mitose e câncer, pois se trata de um caso real de uma mulher, pobre e negra, nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem conhecimento e consentimento para pesquisas sobre câncer, no contexto de leis segregacionistas dos Estados Unidos, na primeira metade do século XX, sendo que suas células – imortais, se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais (SKLOOT, 2011; PAIVA *et al.*, 2016).

## **ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**

A investigação realizada tem caráter exploratório, já que tem como intenção ampliar o conhecimento sobre uma questão ou temática (GIL, 2002), o que se evidencia na validação da inovação educacional<sup>64</sup> proposta para o ensino de biologia.

A intervenção educacional foi construída no contexto de uma pesquisa colaborativa com uma professora da disciplina de biologia do Instituto Federal da Bahia, campus Camaçari. A pesquisa colaborativa é uma modalidade em que os partícipes trabalham conjuntamente e se apoiam mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados, havendo corresponsabilidade na liderança e na condução das ações (DESGAGNÉ, 2007), visando gerar contribuições para a educação e a transformação social, a partir das aproximações e possíveis alianças das escolas e universidades, reduzindo as distâncias historicamente construídas (PASSOS, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2016).

O referencial teórico-metodológico para o planejamento da intervenção didática foi baseado na Pesquisa de Design Educacional, que é caracterizada por

---

<sup>64</sup> Inovações educacionais são consideradas fruto de processos intencionais, sistemáticos e participativos de produção, recontextualização e disseminação de novidades, que tenham a capacidade de promover o desenvolvimento do potencial de participantes da comunidade escolar, em termos pessoais, sociais e intelectuais (SOUSA; MUNIZ; SARMENTO, 2016).

ser um estudo sistemático resultante do processo de elaboração, implementação, avaliação e manutenção de intervenções educacionais que propõem solucionar problemas complexos da prática pedagógica (BAUMGARTNER *et al.*, 2003; PLOMP, 2009). Além disso, a Pesquisa de Design Educacional visa aumentar o conhecimento sobre características de uma determinada intervenção didática e inclui estudos de desenvolvimento e estudos de validação teórica (PLOMP, 2009). A investigação sobre a validação da SD aqui apresentada está associada a um estudo mais amplo de desenvolvimento (NIEVEEN; MCKENNEY; AKKER, 2006; PLOMP, 2009), que visa a elaboração e avaliação empírica de princípios de design desta SD no contexto da educação básica. É importante ressaltar que uma das características dessa abordagem é ser eminentemente colaborativa por necessitar de ativa participação das pessoas envolvidas em diversas etapas da investigação (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014).

Situamos nosso trabalho nos pressupostos da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), abordagem que surgiu nas décadas de 1960 e 1970, numa busca de superação do ensino fragmentado e tecnicista do conhecimento científico e das tecnologias associadas, centrado na preparação de tecnólogos e cientistas - exigidos no sistema de produção capitalista -, em que as aulas não discutiam os problemas sociais e ambientais (PÉREZ; LOZANO, 2013). A educação CTSA tem como princípios gerais a promoção das capacidades de analisar, sintetizar e avaliar informações, a compreensão da natureza da ciência, a interligação entre ciência e ética e a tomada de decisão informada (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Nossa intervenção está ancorada fortemente em três vertentes sob a perspectiva da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), sendo elas: a) vertente histórica, que focaliza a compreensão do enraizamento sociocultural e histórico de ideias científicas e do trabalho de cientistas, sendo que o objetivo de ensino é o ganho intelectual e cultural, no qual as abordagens dominantes são a reflexiva, criativa e afetiva, feitas também a partir de estudos de casos; b) vertente centrada em valores, que envolve as dimensões afetiva, moral, lógica e crítica e c) vertente ecojustiça social, que visa criticar e resolver problemas sociais através da ação humana, sendo que os objetivos do ensino de ciências destas duas últimas vertentes estão ligados à formação para a cidadania, resolução de problemas e transformação em agentes sociais, a partir de uma abordagem que



envolve as dimensões criativa, afetiva, reflexiva, crítica, empírica e baseada no contexto (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

A SD está orientada a partir de um caso de uma Questão Sociocientífica (QSC), entendida aqui como uma ferramenta educacional caracterizada pelo uso de temas científicos problemáticos e controversos que busca engajar estudantes em determinada discussão que requer um nível de avaliação ética no processo de tomada de decisão em torno de possíveis soluções (ZEIDLER; NICHOLS, 2009). As QSC surgem na fase de expansão da educação CTSA, nos primeiros anos do século XXI, como parte de uma extensão e uma recontextualização da educação CTSA, pois várias de suas intenções fazem alusão à compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, à alfabetização científica, às análises éticas e morais, entre outros aspectos que são parte do ideário CTSA (PÉREZ; LOZANO, 2013).

QSC, enquanto ferramenta de ensino, são problemas ou situações controversos e complexos que permitem uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para essas questões, embora também sejam relevantes os conhecimentos em história e filosofia, especialmente em ética, para lidar com tais problemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Para tanto, seguimos a estrutura organizativa para a ferramenta proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), a partir de três elementos articulados: 1) casos ou histórias curtas, contendo, se possível, diálogos e personagens que se aproximam do(s) contexto(s) sociocultural(is) das/os estudantes; 2) questões orientadoras<sup>65</sup> para mobilizar determinados aspectos dos problemas sociocientíficos presentes no caso e para além deste, e 3) objetivos de aprendizagem, definidos a partir de uma visão tridimensional (CPA) de conteúdos (CONRADO, NUNES-NETO, 2018).

Nesse sentido, a partir do caso da QSC são articuladas questões orientadoras que organizam o trabalho docente para aplicação da intervenção, de modo que cada aula foi desenhada a partir de questões orientadoras associadas aos objetivos de aprendizagem. Tais objetivos foram organizados numa perspectiva ampla de conteúdos, em que foram levadas em consideração não apenas conteúdos

---

<sup>65</sup> Consideramos importante destacar que originalmente tem sido utilizado o termo “norteadoras” para referir-se a essas questões (CONRADO; NUNES-NETO, 2018), porém, baseando-nos nas discussões de Boaventura Santos e Maria Meneses (2009) sobre as epistemologias do Sul, entendemos que se faz necessário superar a ideia hegemônica de orientação pelo Norte, em termos epistemológicos, simbólicos, axiológicos e práticos, transformando também a nossa linguagem, como parte da mudança cultural.

conceituais (perspectiva epistemológica, relacionada à compreensão de conceitos, princípios, fatos e evidências), mas também conteúdos procedimentais (relacionada à aplicação de técnicas e métodos) e atitudinais (axiológica, relacionada a valores, normas e atitudes que cabem juízo moral, por meio também da consideração de aspectos éticos e políticos da prática científica) dos conteúdos (ZABALA, 1998; CONRADO; NUNES-NETO, 2015, 2018). Tal perspectiva, organizada *a priori* tipologicamente por Zabala (1998), foi recentemente formulada em termos de dimensões de conteúdos, por Conrado e Nunes-Neto (2018). Nesse sentido, os conteúdos não são separados em categorias, mas sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados.

A validação prévia<sup>66</sup> da intervenção consistiu na avaliação da correspondência entre as ações didáticas planejadas e as questões orientadoras relacionadas aos objetivos de aprendizagem, ou seja, se a intervenção proposta teria potencial para atingir os objetivos estabelecidos.

O processo de validação prévia foi realizado tanto do ponto de vista profissional, em que docentes realizaram julgamentos sobre a SD, quanto em termos de movimento social, em que feministas avaliaram a intervenção do ponto de vista da ética e das ações políticas propostas<sup>67</sup>. Assim, foram elaborados dois instrumentos para avaliação da SD. Os critérios para participação na avaliação da intervenção do ponto de vista profissional foram ter formação em licenciatura em ciências biológicas e ser ou ter sido docente de ciências e/ou biologia na educação básica. Do ponto de vista da avaliação por movimento social os critérios para participação foram a autodeclaração da mulher enquanto feminista e sua atuação, em alguma medida, em ações sociopolíticas envolvidas com o feminismo. Essa avaliação ocorreu, obviamente, antes da aplicação da SD em sala de aula, antecedendo, assim, a fase de prototipagem da Pesquisa de Design Educacional (ver PLOMP, 2009).

Essa validação prévia teve por objetivo analisar a potencialidade da intervenção didática, já que a falta desse processo pode comprometer a qualidade das etapas de pesquisa-ensino. Assim, além de uma validação por pares, em que se

---

<sup>66</sup> Neste trabalho, realizamos uma validação prévia, que está relacionada à fase da formulação da pesquisa (OLLAIK; ZILLER, 2012), em nosso caso, a avaliação da SD.

<sup>67</sup> É importante destacar que também ocorreram casos de participantes serem docentes e feministas, de modo que um aspecto da identidade pessoal e/ou profissional não necessariamente está desvinculado do outro aspecto.

avalia a viabilidade da SD para a Pesquisa de Design Educacional por docentes da área, trazemos como contribuição nossa aposta na validação por integrantes de movimento social. Consideramos altamente relevante que pessoas que vivenciam os movimentos sociais contribuam para a avaliação de intervenções didáticas que articulem valores, discursos e práticas – de forma explícita – associados às demandas vivenciadas por estas pessoas. Em nosso caso, elegemos o movimento social feminista, pois, ao menos nas vertentes interseccional e no feminismo negro<sup>68</sup>, este tem posto, tanto em debates quanto em ações, questões interseccionais que articulam problemas de desconsideração moral, como o racismo, o sexismo e a opressão de classe.

Os convites, tendo o instrumento em anexo, foram enviados aos docentes e às feministas a partir de listas de e-mails e grupos em redes sociais, sendo reforçados de modo individual. A solicitação tinha de modo explícito um *deadline*, o que consideramos muito importante para que as pessoas tenham um tempo para organizar a avaliação em meio a suas demandas cotidianas e também para a organização da pesquisa. Desse modo, utilizamos como critério não uma quantidade específica de avaliadores, mas a entrega dos instrumentos avaliados no prazo.

Como forma de determinar a validade da intervenção, os dados coletados foram tratados através de uma análise qualitativa. Em nossa análise o foco foi a descrição e discussão a partir das vozes das pessoas que avaliaram, sendo nosso interesse a compreensão e interpretação dessas avaliações para fins de validação.

## **ASPECTOS GERAIS SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NUMA QSC**

Nessa seção discutimos a contextualização do tema relacionado à QSC em termos de relações CTSA e os meios para aplicação e discussão da QSC no ensino, a fim de instrumentalizar os princípios de design que temos apostado (sobre os princípios de design ver Paiva *et al.*, 2017). O caso da QSC (Apêndice H) que orienta a SD trata da história de Henrietta Lacks, mulher, negra e pobre que teve suas células do colo do útero extraídas sem conhecimento e consentimento para pesquisas sobre causa e cura do câncer, no contexto de leis segregacionistas, na

---

<sup>68</sup> Ressaltamos que nem sempre se considerou opressões diferentes de modo articulado, ao passo que o feminismo sufragista é baseado na branquitude, em lutas desiguais quando relacionamos as mulheres negras e as pobres.

primeira metade do século XX (SKLOOT, 2011; PAIVA *et al.*, 2016), como discutido acima. O caso objetiva suscitar debates éticos importantes tanto do ponto de vista de problemas de alterações negativas, como racismo, sexismo e opressão de classe, quanto sobre questões axiológicas do avanço da ciência. Ao final, são trazidos dois questionamentos que visam pensamento crítico discente sobre o caso e para além deste, os quais são: vocês consideram que a subjugação e a violência sofridas por mulheres e jovens negrxs e pobres ainda persistem? Quais medidas seu grupo propõe para agir diante de situações desse tipo?

Assim, são propostos debates, a partir da QSC, sobre questões de alterações de raça, gênero e opressão de classe que aconteceram institucionalmente em outros contextos e no Brasil atual, aspectos conceituais como divisão celular, ciclo mitótico, câncer, carcinoma epidermoide de colo do útero, formas possíveis de tratamento dos cânceres, questões ambientais, tecnologias associadas etc. Para isso, nos inspiramos nos quatro níveis de organização curricular propostos por Hodson (2004). Abaixo apontamos alguns aspectos dessa proposta de ensino baseada em QSC que podem se adequar a esses níveis.

**1. Reconhecimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**, a partir da apreciação do impacto social da ciência e da tecnologia e compreensão de que a ciência e a tecnologia são, de muitas formas, determinadas culturalmente (HODSON, 2004). Inclui reconhecimento de que os benefícios de inovações científicas e tecnológicas são frequentemente acompanhados por problemas, envolvendo, dentre outras questões, dilemas ético-morais. Tais dilemas aparecem de modo substancial no caso da QSC proposta para a SD no que se refere ao uso de corpos pela ciência, em que racismo, sexismo e opressão de classe aparecem de forma expressiva. O uso não informado/consentido das células de Henrietta Lacks para estudos sobre câncer e diversos casos de uso de animais não-humanos para pesquisas biomédicas na atualidade evidenciam que os principais patrocinadores desses estudos privilegiam o alcance dos fins, quaisquer que sejam os meios, tendendo a não considerar questões éticas e morais.

Assim, propomos uma discussão sobre as relações entre aspectos axiológicos e a produção e o progresso da ciência. As relações entre C e T são evidentes nos estudos sobre causa e cura do câncer e os avanços tecnológicos provenientes desses estudos, tais como: padronização de técnica de cultura de células, o isolamento de células-tronco, vacina contra pólio, quimioterapia,

mapeamento de genes, fertilização *in vitro* (SKLOOT, 2011), as quais poderão ser, em alguma medida, discutidas no caso. Nesse contexto, encontram-se ainda as questões ambientais que interferem direta e indiretamente na incidência de diferentes tipos de cânceres. A dimensão ambiental será focalizada a partir da identificação da influência causal de agentes do ambiente sobre a saúde das pessoas, em particular sobre a incidência de cânceres. Ou seja, uma influência de elementos em A sobre S. Além disso, a dimensão ambiental será contemplada na medida em que trataremos de aspectos de desconsideração moral em pesquisas científicas e na prática social, de modo amplo, que implicam em riscos de ruptura de processos complexos da vida no planeta e em injustiças às pessoas mais vulneráveis e aos animais não-humanos.

**2. Compreensão de que o desenvolvimento científico e tecnológico ocorre a partir de interesses particulares, com benefícios para alguns em detrimento de outros**, já que tais desenvolvimentos estão intrinsecamente ligados com a distribuição de riqueza e poder (HODSON, 2004). Nossa inspiração neste nível está em favorecer o reconhecimento de que as decisões são comumente tomadas na busca de interesses particulares e às vezes implementadas por pessoas com poder econômico e político suficientes para anular as necessidades e interesses da coletividade. Como consequência, as vantagens e desvantagens de desenvolvimentos científicos e tecnológicos muitas vezes afetam diferencialmente a sociedade. O caso do uso das células HeLa - células de Henrietta Lacks (PAIVA *et al.*, 2016) – constitui-se um meio para discussão dessas questões, permitindo debater os interesses particulares de cientistas e das indústrias envolvidas nas pesquisas que puderam lucrar e lucraram com o uso das células HeLa, em detrimento da total falta de atenção a qualquer área, em especial à saúde, da família Lacks. Podem ser discutidos também interesses políticos para a promoção e divulgação de técnicas ou pesquisas sobre as células HeLa.

**3. Desenvolvimento do próprio ponto de vista e definição de posições valorativas**, sendo o objetivo discutir sobre valores, desenvolver empatia sobre questões e pensar ativamente sobre o que significa agir com justiça e honrosamente em determinados contextos sociais, políticos e ambientais, visando tomada de decisão cooperativa e criativas resoluções de conflitos (HODSON, 2004). Tais debates podem ser fomentados a partir de uma reflexão sobre as dimensões éticas e morais que estão envolvidas nos estudos feitos com uso de tecidos de humanos

associados intimamente às alterações de raça, gênero, e classe social, a fim de gerar uma compreensão sobre processos gerais e paradigmas sociais, visando, em último estágio, transformação social a partir de ações que buscam ter a justiça como um princípio. O desenvolvimento do pensamento crítico será estimulado a partir de questões como: Existe relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética? A ciência objetifica corpos? De que maneira a prática científica objetifica corpos em nome do progresso da ciência? Existem corpos mais vulneráveis às práticas científicas questionáveis do ponto de vista ético? Quais os processos de alteração conducentes a exclusão da consideração moral podem ser identificados no caso de Henrietta Lacks? Há algo de comum entre o caso de Henrietta e o uso de animais não-humanos em pesquisas científicas? Como o discurso de progresso da ciência através da objetificação dos corpos está associado com interesses mercadológicos? Qual seu posicionamento diante desses pressupostos de construção de conhecimento científico?

**4. Tomar a decisão e agir**, nível em que o caráter radical do ensino é implantado, a partir da preparação discente para tomar decisão responsável e agir, já que, para Hodson (2004), as pessoas que agem responsabilmente são aquelas que se sentem capacitadas para efetuar mudanças necessárias, sendo que estas podem fazer a diferença, já que sabem como fazê-la. O pensamento crítico e o empoderamento são características associadas à compreensão profunda de conhecimentos, o que pode resultar em ações sociais e políticas. Assim, um pré-requisito para a ação é uma compreensão de como as decisões são tomadas no âmbito local, regional e nacional, dentro da indústria, comércio e a nível militar. O tipo de letramento científico e tecnológico críticos (HODSON, 2011) que esta proposta objetiva é projetada para alcançar e, está intimamente ligada, com uma educação para o letramento político.

Em nossa proposta será solicitado que xs<sup>69</sup> discentes busquem, exemplifiquem e discutam sobre movimentos sociais que têm por pauta questões de

---

<sup>69</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que inevitavelmente abarca concepções ideológicas. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*,

raça, gênero e opressão de classe, de modo a se apropriarem de formas de ações sociopolíticas possíveis e a compreenderem a relevância social das mesmas. As ações serão propostas pelos estudantes em colaboração com seus grupos e com o auxílio docente, podendo ser ações diretas (criação de coletivos de movimentos sociais, realização de boicotes a determinados produtos elaborados a partir de práticas industriais e/ou investigativas consideradas socialmente controversas, realização de iniciativas de educação, campanhas através de redes sociais, como o *Facebook*, por exemplo) ou indiretas (enviar uma carta para um editor de jornal expressando preocupações ou recomendações políticas, preparação de relatórios para apresentar ao governo local ou prestação de assistência material para um indivíduo ou grupo envolvido em ativismos políticos relevantes, por exemplo) (REIS, 2013; HODSON, 2013).

Assim, os estudantes aprenderão sobre, a partir e por meio da ação, cumprindo nossa proposta educacional politizada que visa tanto letramento científico quanto político (HODSON, 2004). Hodson (2004) destaca que a probabilidade de que os alunos irão implementar seus conhecimentos sobre estruturas e mecanismos políticos em ação sociopolítica na vida adulta será muito maior se forem dadas oportunidades para essa ação como parte da educação escolar.

Os quatro níveis organizados acima possuem uma relação intrínseca com a perspectiva educacional CTSA, a qual temos adotado. Assim, destacamos a organização de nossa SD com a mobilização dos elementos no quadro abaixo.

Quadro 1. Componentes dos domínios CTSA articulados na QSC.

Ciência	<b>Conhecimentos Científicos</b> sobre: ciclo celular, mitose, câncer, tipos de cânceres, carcinoma epidermoide de colo do útero, telômero.
Tecnologia	<b>Técnicas e Tecnologias</b> de: produção de vacinas, tratamentos de cânceres, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana.
Sociedade	<b>Diálogos e ações</b> sobre: alterização de raça, gênero e opressão de classe e a interseção dessas alterizações. Diferentes estruturas e práticas que o racismo e o sexismo assumem em contextos nacionais, históricos e geopolíticos distintos. Movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo, opressão de classe e especismo. Três distintas teorias morais: deontológica, ética das virtudes e consequencialista. Caso de uso das células HeLa e de semelhantes casos de uso de tecidos humanos e não-humanos na prática científica. Aspectos axiológicos envolvidos no progresso da ciência. Proposição(ões)

2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

	de ação(ões) sociopolítica(s), criada(s) cooperativamente, que mobilize(m) as discussões sobre alterizações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico.
Ambiente	<b>Questões ambientais:</b> influência de questões socioambientais na incidência de câncer e o problema ético do especismo.

No esquema abaixo, apresentamos os conhecimentos que serão acionados no decorrer da SD e suas relações com os domínios CTSA.

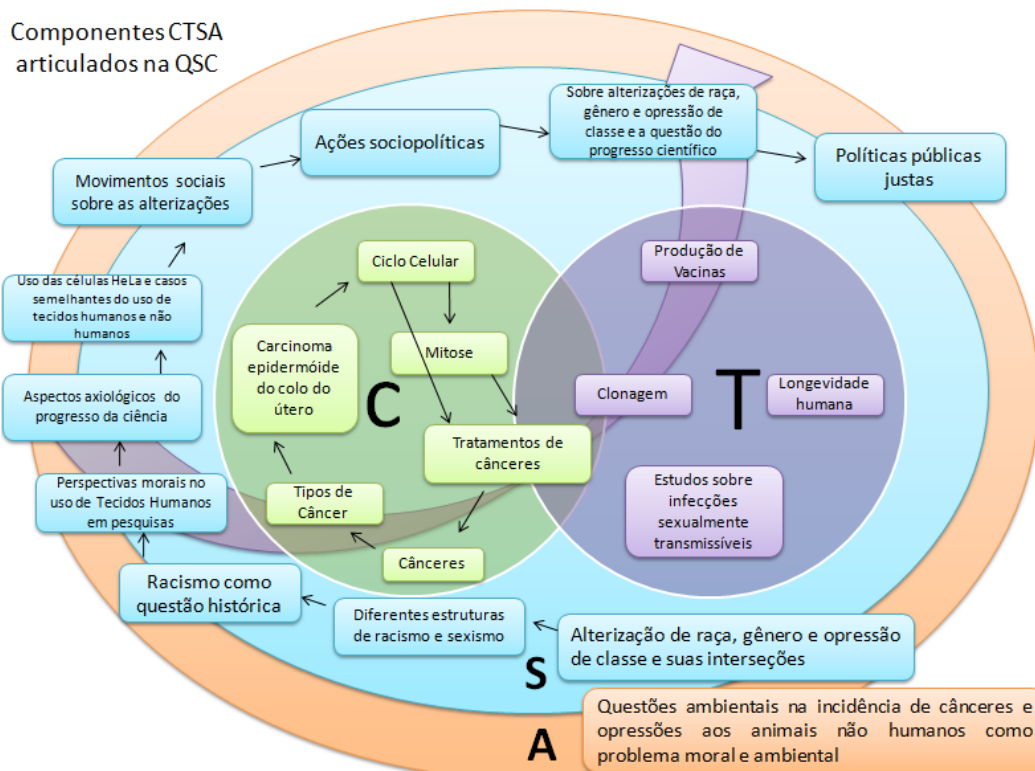


Figura 1. Esquema das inter-relações dos domínios CTSA articulados à QSC. Figura elaborada com base nas ideias de Silva e Marcondes (2015) e de Bencze (2011), encontrada no *site*: <https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html>.

A SD baseada na QSC, objeto de validação deste estudo, foi desenvolvida para aplicação em duas turmas de terceiro ano do EM integrado ao Técnico do Instituto Federal da Bahia, Campus Camaçari. Abaixo apresentamos a organização das ações didáticas em oito aulas, sendo que essa organização está baseada nas questões orientadoras elencadas (Quadro 1). Esse quadro resume as ações da SD antes do processo de validação prévia realizado neste estudo, de modo que a SD pós-validação é apresentada no Apêndice J.



Quadro 2. Organização da Sequência Didática.

Aulas (50 minutos)	Ações didáticas	Questões orientadoras (ver articulação aos objetivos de aprendizagem no Apêndice J)
1	No primeiro momento será apresentado o caso da QSC e feita uma discussão sobre movimentos sociais organizados e elaboração de proposta(s) de ação(ões) sociopolítica(s) como parte da avaliação na unidade. Será proposto um grupo em rede social para compartilhamento de materiais e acompanhamento da ação sociopolítica que será associada à resolução do caso pelos estudantes em grupos. No momento seguinte sucederá uma aula dialogada sobre segregação racial e implicações do contexto social na realização de pesquisas sem consentimento, a partir do caso, utilizando Textos de Divulgação Científica para análise e discussão em pequenos grupos.	Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5.
2 e 3	Será realizada aula dialogada e uso de vídeos curtos sobre as causas de cânceres e ciclo mitótico. Faremos discussão sobre fatores socioambientais relacionados à incidência de cânceres. Será também levantada a questão de gênero relacionada ao câncer de colo de útero, associada a uma discussão sobre HPV. Os debates serão realizados em grupos e compartilhados com toda a turma.	Q6, Q7, Q8, Q9 e Q10.
4	Aula dialogada, uso de Textos de Divulgação Científica, análise de reportagens e discussão em pequenos grupos sobre tratamentos do câncer, tecnologias proporcionadas pelas células HeLa, vida e imortalidade e telômero. Discussões iniciais sobre questões éticas na produção de conhecimento científico e nas tecnologias (tecnociência).	Q11, Q12 e Q13.
5	Debate em grupos sobre progresso epistemológico e o progresso ético da ciência e acerca da relação entre leis e códigos de ética e a vulnerabilidade de grupos sociais a práticas criminosas e/ou questionáveis do ponto de vista moral. Aula expositiva sobre teorias morais e discussão em grupos sobre como cada juízo moral pode estar associado ao caso em análise na QSC. Os grupos deverão se posicionar tanto em relação às alternativas que consideram mais justas para o caso na época quanto ao juízo moral mais justo no uso de tecidos humanos e dos outros animais para pesquisas em geral e posteriormente compartilhar e discutir com a turma. Ocorrerão orientações e acompanhamento do desenvolvimento das ações sociopolíticas pelos estudantes.	Q5, Q14, Q15, Q16 e Q17.
6	No primeiro momento será proposta uma discussão breve em grupos sobre normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em diferentes contextos, buscando uma relação com as teorias morais. Em seguida, as equipes deverão sistematizar e compartilhar estratégias para lidar com o caso em análise simulando assumir diferentes papéis sociais.	Q18 e Q19.
7	Será promovido um debate crítico em forma de Júri Simulado com defesa de pontos de vista sobre uso de tecidos humanos em pesquisas.	Q 20.
8	Discussão em pequenos grupos e compartilhamento com a turma sobre os conceitos de raça e a relação cor e racismo, práticas racistas nas ciências biomédicas atuais e as inter-relações entre as alterações de raça, gênero e opressão de classe. Será realizado o compartilhamento das propostas de ações sociopolíticas pelos estudantes.	Q5, Q21, Q22 e Q23.

## O PROCESSO DE VALIDAÇÃO PRÉVIA

Antes de ser disponibilizado para ser respondido, o instrumento de avaliação da SD foi discutido em sessão de avaliação junto com a orientadora, coorientador e professora colaboradora da educação básica, passando por ajustes consensuados.

O instrumento para avaliação pelos docentes (Apêndice A) continha a seguinte organização estrutural: a) um parágrafo com apresentação resumida dos objetivos da pesquisa e convite com exposição da relevância da validação docente; b) um parágrafo com orientação inteligível e objetiva sobre como deveria ser feita a avaliação da intervenção no instrumento; c) um quadro com as opções de análise por aula, contendo ações didáticas, questões orientadoras associadas aos objetivos de aprendizagem e dois campos de resposta: 1) em que se avalia se atende completamente, atende parcialmente ou não atende, e 2) em que poderiam ser feitas justificativas e/ou sugestões; e, por fim, (d) um campo para comentários sobre qualquer aspecto da intervenção, inclusive sobre o caso da QSC.

O instrumento para avaliação por feministas (Apêndice B) continha organização estrutural semelhante ao dos docentes: a) um parágrafo com a descrição resumida dos objetivos de pesquisa; b) um parágrafo com convite e explicitação da relevância da avaliação dos aspectos com preponderância social, política e ética da SD; c) um quadro com as opções de análise por ações didáticas e questões orientadoras associadas aos objetivos de aprendizagem com três campos de respostas: 1) os objetivos e as ações didáticas propostas permitem mobilizar debates éticos que possam promover reflexões sobre machismo, opressão de classe e racismo?, e 2) os objetivos e as ações didáticas propostas permitem mobilizar ações sociopolíticas comprometidas com a transformação de problemas como machismo, opressão de classe e racismo?, sendo que nesses dois campos a avaliação focalizava a marcação das opções atende completamente, atende parcialmente ou não atende, e 3) em que poderiam ser feitas justificativas e/ou sugestões; e, por fim, (d) um campo para comentários sobre qualquer aspecto da intervenção, inclusive sobre o caso da QSC. Na coluna de sugestões, em ambos os instrumentos, era possível também informar quando não se considerava nenhum dos objetivos propostos apropriados, bem como sugerir mudanças nas questões orientadoras, objetivos de aprendizagem e/ou na dinâmica das aulas.

A validação foi realizada por dezenove docentes e nove feministas. O quadro 3 ilustra os resultados da análise do atendimento da intervenção aos objetivos propostos.

Quadro 3. Avaliação da Sequência Didática por docentes e feministas. (A) Avaliação por docentes de biologia sobre o potencial da SD para promover aprendizagens; (B) Avaliação por feministas sobre o potencial da SD para proporcionar debates e posicionamentos éticos; (C) Avaliação por feministas sobre o potencial da SD para proporcionar ações sociopolíticas.

Avaliação	Questão 1			Questão 2			Questão 3			Questão 4			Questão 5			Questão 6			Questão 7		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Atende completamente	10	8	8	11	7	4	12	6	6	14	8	8	14	8	8	14	7	6	13	8	8
Atende parcialmente	9	1	0	8	1	4	7	1	1	4	1	1	5	1	0	5	1	2	5	0	0
Não atende	0	0	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1

Os resultados, tanto da avaliação docente quanto feminista, evidenciaram que a maioria das questões atendia plenamente aos critérios solicitados. Contudo, o que torna a intervenção didática validada não é apenas essa questão. O que valida a SD para aplicação no contexto real de sala de aula é a junção de dois aspectos: 1) a grande avaliação positiva da SD e 2) a nossa análise criteriosa para cada sugestão e justificativa, de modo a aperfeiçoá-la, com base nas experiências e conhecimentos docentes e das feministas.

Algumas questões foram reportadas como problemas no instrumento, a exemplo da falta de articulação nítida da ação sociopolítica como parte da intervenção, a ausência da série e, de modo explícito, a escola a que se destina a aplicação da SD, tempo para cada aula, acompanhamento da ação sociopolítica e o acompanhamento das atividades no *Facebook*. Parte dessa questão é descrita por uma professora: “Sugiro incluir no quadro acima, na célula “Aulas”, o tempo de duração das mesmas, se 45, 50 ou 100 minutos. Neste caso, sugiro, ainda, substituir a palavra aula por “encontro”, uma vez que, a depender da escola, há encontros semanais de 50 e ou 100min (aulas conjugadas). Acho importante deixar isso claro<sup>70</sup>”. Ainda sobre este aspecto um docente destaca: “Gostei muito, somente recomendaria especificar o tempo de duração de cada aula em minutos, pois existem temas complexos que requerem um tempo generoso, como por exemplo:

<sup>70</sup> Por razões éticas de privacidade, as pessoas que participaram desta validação não são identificadas.

‘C3 - Relacionar a produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana com os estudos provenientes das células HeLa’.”.

No entanto, tivemos avaliações positivas sobre o instrumento, como a consideração de que “O tema e, em particular, o caso, me parecem potencialmente muito produtivos. Parece-me que a sequência planejada tem grande potencial de atingir os objetivos propostos. Sobre a ferramenta de avaliação [...] penso que é apropriada para este tipo de avaliação e fez com que a “avaliadora” “mergulhasse” na sequência, ainda que com pouco conhecimento sobre alguns assuntos tratados”.

Sobre a SD em si, tivemos muitos destaques de aspectos positivos, apontados por docentes e feministas, a exemplo de comentários como estes: “A sequência está muito bem montada e bem relacionada com os objetivos [...] Espero ter contribuído para que essa excelente proposta chegue às escolas e que muitos estudantes tenham a oportunidade de discutir e refletir sobre questões tão fundamentais.”; “Achei a respectiva SD sensacional, atendendo completamente em todas as aulas propostas. [...] Acredito que da forma em que a SD encontra-se estruturada, também pode ser bastante pertinente a inclusão de outras disciplinas da área de humanas para o processo da interdisciplinaridade.”; “A sequência didática está muito bem planejada. O caso é muito interessante e está muito bem escrito. Percebo que, de fato, suscita várias questões que atendem aos objetivos propostos.”; “Parabéns pelo trabalho. Achei o caso muito interessante, bem elaborado e bastante pertinente a discussão que foi proposta em torno dele.”; “Um tema super importante, com tantas questões éticas envolvidas e esquecido pela nossa sociedade. Muito bom ver esse debate sendo trazido aos estudantes.”; “Parabéns pela sequência. Está muito dialógica com os objetivos gerais e específicos da pesquisa.”; “Creio que este seja um grande passo para o aumento da criticidade dos estudantes de ensino médio, além de ser um incentivo. Vejo essa intervenção como um despertar de ideias e ações. Parabéns!”.

De modo geral, elencamos alguns aspectos importantes que foram sugeridos e aceitos, sendo reformulados em reuniões de colaboração, são eles: 1) reorganização das atividades didáticas do primeiro encontro, visando economia de tempo de sala de aula, em que foi substituída a discussão de textos de divulgação científica pela análise de vídeos curtos com depoimentos de ícones de movimentos sociais na história da humanidade, como Rosa Parks e Maria da Penha; 2)

modificação da ordem das questões orientadoras da segunda aula, o que tornou a organização da aula mais lógica; 3) inclusão de aspectos ambientais relacionados à incidência de câncer a partir de textos de divulgação científica; 4) explicitação nos objetivos de aprendizagem acerca da discussão sobre natureza da ciência e sua relação com tecnologia, sociedade e ambiente; 5) inserção de uma discussão sobre a visão holística da vida e sobre as problemáticas de uma visão reducionista e genocêntrica, que é atualmente hegemônica nos discursos e práticas das ciências biológicas; 6) diminuição da quantidade de atividades na aula 5, remanejando duas questões orientadoras desta aula para a seguinte; 7) retirada de algumas questões orientadoras e ajustes em outras; 8) substituição do júri simulado focalizado em debate sobre pesquisas com uso de tecidos humanos com o sem consentimento para um debate amplo guiado por questionamentos que visam pensamento crítico sobre a relação entre câncer e uso dos corpos, que vão abranger diversas temáticas debatidas na SD, que envolvem CTSA e progresso da ciência, questões de desigualdade de estrato socioeconômico, racismo, sexismo, especismo, dentre outros problemas de desconsideração moral.

Um aspecto importante apontado no item 1 e levado em consideração no processo de validação foi a adequação das atividades e objetivos educacionais ao tempo didático. “Diante da complexidade e profundidade dos temas propostos, considerando a intensidade provável que as discussões teriam com xs estudantes, penso que a questão do tempo poderia estar melhor definida”, comentou uma docente. De forma semelhante, um professor ponderou: “A intervenção didática é grande, complexa e rica. Acho que o tempo que está propondo para o público em questão é pequeno. Alguns detalhes em relação ao comportamento dos estudantes podem ser perdidos por conta do tempo de aplicação da sequência, sugiro o aumento do tempo das aulas para que você possa trabalhar os objetivos de aprendizagem de forma mais profunda”. Concordamos plenamente com a questão do tempo escasso para contemplar os objetivos educacionais propostos na SD. No entanto, por questões de respeito ao tempo e cronograma escolar, não seria possível aumentar a quantidade de aulas, de modo que buscamos adequar os objetivos ao tempo escolar de modo mais criterioso. Ainda sobre esse aspecto, uma professora destaca em sua análise que “a sequência didática está excelente, muito dinâmica e criativa, no entanto, avaliando sua aplicação prática uma unidade possui entre 10 e 14 encontros de 2 horas/aula. Reconheço que o tema é muito

interessante, mas sendo trabalhado de forma tão extensa em que momento serão trabalhados os conteúdos como genética ou núcleo e divisão celular. Perdoe-me se a minha visão parece conteudista, mas os alunos são os primeiros a nos acusar por não termos desenvolvido determinados temas importantes para o ENEM. Minha sugestão é que esta discussão seja realizada em 3 momentos de 2 horas/aula e que outras atividades sejam realizadas fora do espaço da sala de aula, como as discussões entre as equipes”.

É importante ressaltar que o fato de nossa SD abarcar uma visão ampla de conteúdos (ZABALA, 1988) e envolver análise crítica sobre as relações entre os domínios CTSA (PEDRETTI, NAZIR, 2011), pode, *a priori*, requerer mais tempo de sala de aula do que aulas com caráter mais hegemônico, em que são privilegiados conteúdos unicamente conceituais. No entanto, essa abordagem integral (via conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais) e crítica (por meio da contextualização por CTSA) tem potencial de promover uma formação importante tanto do ponto de vista acadêmico (destacado pela docente no exemplo da preparação para o ENEM<sup>71</sup>) quanto – e não menos importante – para o enfrentamento crítico da vida, em termos de coletividade.

Sobre o aspecto citado no item 3 uma docente sugeriu incluir um estudo de caso de elemento ambiental, já estudado cientificamente, envolvido no desenvolvimento de cânceres. Ela justifica: “Digo isso porque as pessoas tendem a atribuir à genética as causas do câncer ou, em menor medida, a fatores ambientais exclusivamente.”. Nesse sentido, incluímos na SD a análise em grupo de textos de divulgação científica (Apêndice I) que debatem sobre fatores ambientais associados à incidência de cânceres e seus dilemas éticos, a saber: consumo de carne vermelha e embutidos, agrotóxicos, obesidade, estresse e vírus (focalizando HPV). Essa abordagem também dá conta de outras sugestões realizadas no processo de validação acerca da necessidade de um debate sobre determinismo genético e reducionismo, perspectivando uma visão contra-hegemônica. A maioria dxs biólogxs da atualidade, empolgadxs pelos êxitos do método reducionista no campo da engenharia genética e da biologia celular, considera ser esse o único enfoque válido, organizando suas pesquisas a partir deste princípio, de modo que essa percepção

---

<sup>71</sup> O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) avalia as competências e as habilidades desenvolvidas pelxs examinandxs ao longo do ensino fundamental e médio, imprescindíveis à vida acadêmica, ao mundo do trabalho e ao exercício da cidadania (BRASIL, 1998).

de mundo e de ciência obviamente não estimula estudantes a desenvolver conceitos integrativos (CAPRA, 2006), o que implica visões limitadas sobre a vida, gerando, por exemplo, concepções de câncer como doença exclusiva ou preponderantemente genética, implicando em reducionismos.

Outra questão que merece destaque foi a mudança do uso de júri simulado como estratégia didática, conforme sugestões de docentes. Na estratégia proposta inicialmente a sala seria dividida em dois grandes grupos, em que, por sorteio, um grupo defenderia o uso de tecidos humanos sem consentimento e outro grupo com consentimento. Além de ser uma questão do ponto de vista atual e legal esgotada em nosso país – ao menos em seres humanos -, os docentes argumentaram também acerca do questionável potencial didático da estratégia com essa temática, o que pode ser exemplificado no seguinte trecho: “[...] Há uma questão ética, da minha perspectiva, em colocar estudantes para defender questões criminalizadas por lei. [...] A indagação aqui é sobre o ganho qualitativo/pedagógico/ético em relativizar essa questão. Além disso, pode desmotivar a defesa dos alunos que até aqui viram que a prática é ilegal e imoral”.

Ressaltamos a relevância da avaliação docente em propostas educacionais, já que estes são profissionais que têm o conhecimento prático e experiencial do objeto de validação, em nosso caso, da intervenção didática desenhada para ser aplicada no contexto do ensino de biologia. Profissionais com formação em licenciatura em ciências biológicas que foram ou são docentes de ciências e/ou biologia na educação básica participaram desta validação, já que são profissionais que lidam com contextos reais de sala de aula, aspecto imprescindível para a avaliação realizada neste estudo. As falas dos docentes que destacamos aqui para promover a validação da SD mostram este pressuposto assumido, de modo que os docentes não apenas comentam questões epistemológicas e éticas, mas também situam elementos relacionados ao tempo didático e às preocupações com exames avaliativos, por exemplo.

Além dos aspectos gerais apontados, destacamos que muitas questões foram consideradas adequadas pelas análises das feministas, como a abordagem explícita de gênero enquanto construção sociocultural e a inclusão do aspecto da transexualidade, neste caso a incidência de câncer de colo do útero em homens transsexuais. Além disso, sobre a ação didática proposta para abordar discussões acerca de questões éticas na produção de conhecimento científico e nas

tecnologias, uma feminista destacou: “Aqui seria interessante localizar tal debate ético em relação ao foco da SD (questões de raça e gênero). Ou seja, na época de Lacks a falta de compromisso ético para com a paciente foi um reflexo das duas coisas, por ser mulher e negra?”. Essa proposição e indagação da avaliadora nos fez organizar um argumento didático para explicitar questões éticas da prática biomédica e a articulação com alterizações negativas na época e na contemporaneidade.

Destacamos uma fala que aponta a relevância e validade da SD: “Muito importante contribuição para a discussão acerca do lugar do gênero, raça e classe na produção do conhecimento científico e progresso da ciência. Relevante reflexão sobre as relações socioambientais das mulheres negras, tanto no período de Herietta Lacks como no período atual. [...] Penso que tal investigação com a proposta didática proporcionará grandes e relevantes debates acerca do sexismo e racismo estruturante da sociedade capitalista e como a população negra ainda é vista e utilizada como “materiais” para o progresso alheio, seja no mundo do trabalho, seja com suas células e corpos de “indigentes” para futuros estudos [...]”.

Outras avaliações indicam a relevância social da intervenção proposta, como essas duas análises: “A sequência aborda a questão sociocientífica, bem como a questão ética que permeia a questão social bem como de gênero, alcança as questões feministas principalmente o feminismo negro.” e “As propostas e a sequência didática são fundamentais para despertar nas/nos estudantes um senso crítico, um modo de pensar com mais empatia. Na sociedade atual isso é muito importante, visto que as desigualdades prejudicam a vida das pessoas, principalmente aquelas que estão longe de um padrão físico, socioeconômico, mental, etc. esperados por uma sociedade de valores construídos a base do patriarcalismo, machismo, racismo, LGBTfobia e da luta de classes.”.

É importante ressaltar que o movimento feminista do Brasil é um dos mais respeitados do mundo, sendo referência no plano internacional, de modo que é também um dos movimentos com melhor performance dentre os movimentos sociais do país (CARNEIRO, 2003). O movimento das mulheres tem potência de mudanças sociais importantes na história do país, como os encaminhamentos da Constituição de 1988, que contemplou cerca de 80% das suas propostas, o que mudou radicalmente o *status* jurídico das mulheres no Brasil, sendo que esse movimento destaca-se, ainda, pelas decisivas contribuições no processo de democratização do



Estado, produzindo, inclusive, inovações importantes no campo das políticas públicas (CARNEIRO, 2003).

Nesse sentido, destacamos, em especial, as contribuições de feministas neste estudo, já que consideramos de extrema relevância que as vozes das pessoas que experienciam os movimentos sociais possam ser contempladas na avaliação e validação de intervenções educacionais que mobilizem pensamento crítico em intervenções que objetivam transformações sociais, já que estes movimentos estão comprometidos com tais transformações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo objetivou analisar as implicações do processo de validação de uma SD sobre mitose e câncer que propõe debates éticos sobre progresso da ciência e sobre processos de alterização que conduzem à exclusão da consideração moral, além de viabilizar pensamento crítico e ações sociopolíticas. Tal validação ocorreu por docentes de biologia e feministas e está associada ao desenvolvimento de uma Pesquisa de Design Educacional. O processo de validação é muito relevante para o rigor nas pesquisas, pois as alterações realizadas no instrumento em análise – em nosso caso, a SD – contribuem muito para o aperfeiçoamento e aumento da coerência interna, visando atender aos objetivos propostos.

Como forma de determinar a validade da intervenção, os dados produzidos foram tratados através de uma análise qualitativa, em que o foco foi a descrição e discussão a partir das análises das pessoas que avaliaram, sendo nosso interesse a compreensão e interpretação dessas avaliações para fins de validação. As avaliações de docentes de biologia e feministas apresentaram muitos acordos com a proposta de SD, em termos epistemológicos, éticos e metodológicos.

Nesta validação também foram sugeridos ajustes, tanto em termos de abordagem teórico-metodológica quanto em termos de estratégias didáticas, de modo que a intervenção de ensino poderá ser aperfeiçoada para sua implementação em sala de aula real. Além das importantes contribuições do saber prático e de conhecimentos de docentes de biologia da educação básica, ressaltamos a relevância da análise da intervenção por feministas, já que seus conhecimentos e experiências com as temáticas que envolvem ética e ação política contribuíram fortemente para o processo de validação da intervenção de ensino.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira *et al.* Pesquisa colaborativa: um caminho para a superação da lacuna pesquisa-prática e promoção do desenvolvimento profissional docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

ARTEAGA, Juanma *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015.

BAUMGARTNER, Eric *et al.* Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, Washington, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Portaria MEC nº 438, de 28 de maio de 1998. **Institui o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM**. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/diretrizes\\_p0178-0181\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/diretrizes_p0178-0181_c.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2018.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. 35. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARNEIRO, Sueli. Mulheres em movimento. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 49, p. 117-132, 2003.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

\_\_\_\_\_. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

DESGAGNÉ, Serge. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução de Adir Luiz Ferreira e Margarete Vale Sousa. **Revista Educação em Questão**, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HODSON, Derek. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 3, n.1, 2004.

\_\_\_\_\_. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

\_\_\_\_\_. **Looking to the future: building a curriculum for social activism**. Toronto: Sense Publishers, 2011.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, Rogério Diniz (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas**. Brasília: UNESCO, 2009. p. 85-93.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

MOREIRA, Lídia Cabral. **A construção e validação de uma intervenção educacional para o Ensino Médio apoiada na metodologia da problematização**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

NIEVEEN, Nienke Martien; MCKENNEY, Susan; VAN DEN AKKER, Jan. Educational design research: the value of variety. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.). *Educational design research*. London: Routledge, 2006. p. 151-158.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229-241, 2012.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia** (15º SNHCT). Florianópolis: SBHC, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Design principles for a didactic sequence on cell biology contextualized by social and ethical issues. **Conexão Ciência**, v. 12, n. esp. 2, p. 76-82, 2017.

PASSOS, Laurizete Ferragut. A relação professor-pesquisador: conquistas, repercussões e embates da pesquisa colaborativa. **Horizontes**, v. 25, n. 1, p. 55-62, 2007.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Wiley Online Library**, p. 601-626, 2011.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; LOZANO, Diana Lineth Parga. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.**, v. 8, n. 1, p. 23-35, 2013.

PLOMP, Tjeerd. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, Tjeerd; NIEVEEN, Nienke. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

ROLOFF, Aion *et al.* O uso do “x” como marca de gênero no facebook®: uma análise sociolinguística. **Revista Versalete**, v. 3, n. 4, p. 26-42, 2015.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana María. Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 1, p. 15-33, 2013.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SOUSA, Alessandro Eduardo de Almeida; MUNIZ, Cássia Regina; SARMENTO, Anna Cássia de Holanda. O processo heurístico da construção do conceito de inovações educacionais por um grupo colaborativo de pesquisa. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 97-126.

SHAFFER, David Williamson; SERLIN, Ronald C. What good are statistics that don't generalize? **Educational Researcher**, University of Wisconsin, Madison, v. 9, n. 33, p. 14-25, Dec. 2004.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, 2013.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do pensamento crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

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

ZEIDLER, Dana L.; NICHOLS, Bryan H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

## CAPÍTULO V

### Princípios de design para o ensino de mitose e câncer: a promoção de pensamento crítico e a proposição de ações sociopolíticas por meio de debates éticos<sup>72</sup>

#### Resumo

O ensino de biologia celular tem sido realizado de modo cientificista e conceitualista, com pouco ou nenhum espaço para a discussão histórica, epistemológica e axiológica da ciência. Em oposição a essa tendência, esta pesquisa se fundamenta na pedagogia crítica freireana e na perspectiva educacional Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente vinculada ao ensino via Questões Sociocientíficas, já que tais abordagens visam, em grande medida, formação humanista e crítica. Este trabalho teve por objetivo investigar princípios de design de uma Sequência Didática (SD) sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de pensamento crítico e de proposição de ação sociopolítica por estudantes do Ensino Médio. A investigação dos princípios de design foi conduzida por meio da análise sobre o alcance das expectativas de ensino planejadas, sendo que as fontes de informações utilizadas foram: grupo focal, registro audiovisual das atividades de sala de aula, atividades escritas e caderno de campo. Por meio de diferentes ferramentas analíticas, os resultados desse estudo apontam um conjunto de evidências que indicam a validade dos três princípios de design investigados, no contexto da sala de aula. Para cada princípio de design e suas expectativas, no entanto, foram elencados alguns modos de aperfeiçoamento das práticas de ensino para melhor atender às expectativas apostadas. Assim, são apresentadas algumas recomendações no sentido de aprimorar a SD, visando sua iteração em estudos futuros.

**Palavras-chave:** ensino de biologia celular, pesquisa de design educacional, pensamento crítico, ação sociopolítica, questões sociocientíficas.

#### ABSTRACT

The cell biology teaching has been developed in a conceptualist and scientism way, with little or no space for the historical, epistemological and axiological discussion of science. In opposition to this tendency, this research is based on the Freirean critical pedagogy and on the Science-Technology-Society-Environment educational perspective linked to the teaching using Socio-Scientific Questions, since such approaches aim, to a large extent, humanistic and critical formation. This work aimed to investigate design principles of a teaching sequence about mitosis and cancer, inspired by the history of Henrietta Lacks, designed to promote critical thinking skills and sociopolitical action proposition by high school students. This research was

---

<sup>72</sup> Para fins de publicação, esta extensa seção será posteriormente desmembrada em três artigos, cada um contemplando a discussão de um dos três princípios de design e as respectivas ferramentas analíticas. Pretendemos submeter esses artigos à Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI).

conducted by analyzing the reach of planned teaching expectations, and the sources of information used were: focus group, audiovisual record of classroom activities, written activities and field notebook. Through different analytical tools, the results of this study point to a set of evidences that indicate the validity of the three design principles investigated, in the context of classroom. For each design principle and its expectations, however, some ways of improving teaching practices were listed to better meet expectations. Thus, some recommendations are presented to improve the teaching sequence, aiming at iteration in future studies.

**Keywords:** cell biology teaching, educational design research, critical thinking, sociopolitical action, socio-scientific issues.

## INTRODUÇÃO

O bem-estar das sociedades e dos ambientes está ameaçado por problemas complexos, muitos destes causados pela relação controversa dos negócios (pressão para o lucro do sistema econômico hegemônico) com a ciência e a tecnologia, que pode comprometer a qualidade ética das práticas e dos produtos de investigação (BENCZE; CARTER; KRSTOVIC, 2014). Essas práticas sociais mais amplas associadas aos valores da política sócio-econômica hegemônica estão relacionadas à forma como a educação vem sendo projetada (em termos de currículo e orientações curriculares) e executada (em termos de ações pedagógicas em sala de aula), de modo que a educação brasileira tem sido preponderantemente fragmentada, acrítica e tecnicista, predominando, em termos de ensino, um excesso de conteúdos conceituais a serem memorizados e utilizados mecanicamente em avaliações.

Seguindo esta mesma perspectiva, o ensino de biologia celular, objeto de estudo desta pesquisa, tem sido realizado de modo cientificista<sup>73</sup> e conceitualista<sup>74</sup>, com pouco ou nenhum espaço para a discussão histórica, epistemológica e axiológica da ciência (PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2015, 2018). Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011) estimaram que, durante o ensino médio, somente na

---

<sup>73</sup> Entendemos cientificismo como uma crença exagerada no poder da ciência, por meio de uma ideia hegemônica de que a mesma é permeada por valores, discursos e práticas apenas benéficos, de modo que o conhecimento científico é visto como único e verdadeiro sobre a realidade (COBERN; LOVING, 2001; CHASSOT, 2003).

<sup>74</sup> O foco único na memorização de conceitos é entendido por Conrado e Nunes-Neto (2018) como conceitualismo, em que há o “predomínio de exposição, pelo professor, e memorização, pelos estudantes, de fatos, termos e definições científicos, os quais são assumidos como o verdadeiro objeto da educação, em detrimento de aprendizagem de valores, normas e atitudes” (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 78-79).

área de biologia celular, são ensinados mais de 300 conceitos novos, muitos deles nomeados com dois ou três termos sinônimos, com excessivo foco sobre memorização de estruturas e funções celulares.

O excesso de conteúdos conceituais em biologia celular, o foco na memorização de estruturas e funções, a grande abstração exigida para se visualizar mentalmente as células, suas estruturas e fenômenos (PALMERO, 1997; LEMOS *et al.*, 2010; MANZKE *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; CARLAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA; SILVA, 2014; SILVEIRA; ARAÚJO, 2014), bem como a ausência de debates sobre a construção do conhecimento sobre célula e a aplicabilidade deste em situações cotidianas já vêm sendo descritos em estudos da educação científica (BASTOS, 1992; FOGAÇA, 2006, LIMA; TEIXEIRA 2011; SARMENTO, 2016; PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2015, 2018). Também é raro o foco em debates sobre questões sociocientíficas, a exemplo do câncer, tema que envolve a compreensão da estrutura e função celulares (LIMA; TEIXEIRA, 2011).

Como oposição a este modelo hegemônico de educação e, de modo específico, da educação científica, partimos dos pressupostos filosóficos da pedagogia crítica de Paulo Freire, a qual entende que é necessária uma pedagogia que faça da opressão e de suas causas objeto da reflexão das pessoas oprimidas, de que resultará em engajamento necessário na luta pela libertação (FREIRE, 2017). A educação libertadora em Freire se dá no sentido de despertar a consciência das pessoas oprimidas para que estas, conscientes da sua condição histórica de oprimidas, lutem, pela ação e reflexão, para libertar-se e libertar também aquelas pessoas que as oprimem. Assim, a humanização ocorre pela superação da contradição opressorxs-oprimidxs<sup>75</sup>, que é a libertação de todxs (FREIRE, 2017).

---

<sup>75</sup> O uso do “x” neste trabalho visa romper com uma visão androcêntrica da linguagem e demarcar uma indefinição de gênero não opressora. Compreendemos que a linguagem está carregada de significados construídos culturalmente e que inevitavelmente abarca concepções ideológicas. Assim, essa opção de escrita busca tornar a língua mais respeitosa às identidades de gênero, pois as distinções decorrentes do fato de o gênero neutro ter as mesmas marcas morfológicas que o masculino, na língua portuguesa, tem gerado sérios debates (ROLOFF *et al.*, 2015) que consideramos estar associado a práticas sexistas. Além disso, o “x” é a letra frente às outras de nosso alfabeto que melhor representa o leque de possibilidades que a sexualidade humana oferece, afinal a letra “x” é a clássica indicação, no campo da álgebra, para uma incógnita (ROLOFF *et al.*, 2015), visto que a identidade de gênero e a sexualidade são fenômenos dinâmicos e de caráter identitário. O uso desta linguagem não tem a ingenuidade de supor que irá resolver a problemática da opressão de gênero, mas é uma opção política que consideramos contribuir como um alerta para a desigualdade, no combate da discriminação que inferioriza as mulheres e pessoas de diversas identidades de gênero.

Essa formação humanista e crítica freireana se articula com a educação sobre as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), já que este movimento educacional, surgido nas décadas de 1960 e 1970, é reconhecido por boa parte dxs pesquisadorxs como uma proposição para mudança do *status quo*, entendendo a ciência dentro dos contextos sociais, tecnológicos, culturais, éticos e políticos (PEDRETTI; NAZIR, 2011). Na perspectiva freireana a superação da contradição opressorxs-oprimidxs ocorre a partir da historicidade, como elemento de compreensão da realidade para a mudança, por meio da análise sobre as variadas questões sociais, científicas, tecnológicas, ambientais, via dialogicidade, visando a libertação da alienação pelos caminhos da humanização das pessoas, sendo empreendida por uma educação explicitamente politizada (FREIRE, 1992, 2017).

Nesse sentido, a educação CTSA visa superar o ensino fragmentado e tecnicista do conhecimento científico e das tecnologias associadas, centrado na preparação de tecnólogos e cientistas (SANTOS; MORTIMER, 2002; PÉREZ; LOZANO, 2013), objetivando, portanto, ir além de uma educação baseada na reprodução de conteúdos desarticulados da realidade social, histórica, ambiental, política dxs estudantes. Assim, a perspectiva educacional CTSA, apesar de suas particulares e vertentes (ver PEDRETTI; NAZIR, 2011), tem, de modo geral, combatido problemas importantes da educação científica tradicional-tecnicista<sup>76</sup>, por exemplo: o mito do cientificismo e a fragmentação do conhecimento científico, de modo que esta perspectiva educacional permite melhor compreensão dos papéis docentes e discentes, e a compreensão da ciência enquanto produção cultural, possibilitando a integração explícita de aspectos éticos e políticos no ensino de ciências (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Na fase de expansão do enfoque CTSA, nos primeiros anos do século XXI, ocorreu o surgimento das Questões Sociocientíficas (QSC) (PÉREZ; LOZANO, 2013). QSC, enquanto ferramenta de ensino, são problemas ou situações

---

<sup>76</sup> Conrado e Nunes-Neto (2018) descrevem a educação científica tradicional-tecnicista por meio de algumas características, são elas: 1) ênfase na transmissão de conhecimentos científicos consolidados culturalmente; 2) descontextualização social e ambiental, isto é, que não considera a ciência como uma atividade humana relacionada a um contexto sociocultural e ambiental mais complexo e abrangente, no qual há influências mútuas entre CTSA; 3) conceitualismo, isto é, predomínio de exposição, pelx docente, e memorização, pelxs estudantes, de fatos, termos e definições científicos, os quais são assumidos como o verdadeiro objeto da educação, em detrimento de aprendizagem de valores, normas e atitudes, e 4) tecnicismo, ou seja, predomínio de apresentação e reprodução de procedimentos técnicos e experimentos científicos, em detrimento de valores, normas e atitudes presentes na ciência e na tecnologia.



controversos e complexos que permitem uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para essas questões, embora também sejam relevantes os conhecimentos em história e filosofia, especialmente em ética, para lidar com tais problemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

As QSC têm sido utilizadas para temáticas diferentes em diversos contextos com propósitos de uma formação crítica, visando desenvolvimento moral e ético (CONRADO *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2016; SOUZA; PAIVA; NUNES-NETO, 2016; CONRADO, *et al.*, 2016). Embora possam existir autorxs que utilizam QSC de modo desvinculado da educação sobre as relações CTSA, como identificaram Santos, Silva e Silva (2018), muitxs autorxs as adotam dentro desta perspectiva educacional, de modo que tem sido defendido o uso de QSC para materializar a educação CTSA (KORTLAND, 1996; LEVINSON, 2006; PEDRETTI *et al.*, 2008; CONRADO; EL-HANI; NUNES-NETO, 2013; CONRADO, 2013; CONRADO *et al.*, 2016; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; SANTOS; SILVA; SILVA, 2018).

A intenção do ensino via QSC, como ferramenta manifestada e assumidamente política, é auxiliar xs estudantes a olhar criticamente para o tipo de ciência e tecnologia em que nos envolvemos e os valores sociais, políticos, econômicos e ético-morais que orientam o desenvolvimento, e perguntar o que pode e deve ser alterado, a fim de alcançar democracias socialmente mais justas (HODSON, 2018). Assim, as QSC são úteis para uma melhor aprendizagem de conteúdos científicos aliados ao desenvolvimento cognitivo e ético dxs estudantes (REIS, 2013). Nesse sentido, “discutir QSC em sala de aula é, sobretudo, discutir valores da sociedade” (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018, p. 445).

Além da educação acrítica, descontextualizada historicamente, eticamente, politicamente etc, é necessário o enfrentamento de outra problemática: a fragmentação de conteúdos, característica da educação tradicional-tecnicista. Visando superar a compreensão de conteúdo – enquanto objeto de ensino – de modo fragmentado, com foco essencialmente em conceitos, tem sido proposta uma visão ampla sobre os conteúdos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Tal perspectiva, organizada *a priori* tipologicamente por Zabala (1998), foi recentemente formulada em termos de dimensões de conteúdos, por Conrado e Nunes-Neto (2018). Nesse sentido, os conteúdos não são separados em categorias, mas

sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados. A dimensão Conceitual é uma perspectiva epistemológica, relacionada à compreensão de conceitos, princípios e memorização de fatos e evidências. A dimensão Procedimental é metodológica, relacionada ao exercício de procedimentos e à aplicação de técnicas e métodos. Já a dimensão Atitudinal é axiológica, relacionada sobretudo a valores, normas e atitudes em que cabem juízo moral, podendo ser abordada a partir de vivência de situações, considerando aspectos éticos, políticos e ambientais da prática científica (CONRADO; NUNES-NETO, 2015).

As dimensões Conceituais, Procedimentais e Atitudinais (CPA) dos conteúdos são objetos adequados para uma educação científica com base na perspectiva CTSA e que poderão ser propostos por estratégias ou métodos de ensino baseados em QSC (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). A educação sobre as relações CTSA tem caráter crítico e a organização do ensino por meio das dimensões de conteúdo CPA visa uma formação integral. Tais perspectivas são potenciais para um ensino de ciências que vise o envolvimento dxs estudantes em ações sociopolíticas. Essas ações têm importante papel formativo, já que preconizam a responsabilidade social fundamentada em questões éticas sobre as interações entre CTSA (REIS, 2013).

A ação sociopolítica (ASP) implica práticas educativas baseadas em investigações concebidas e realizadas pelxs próprixs alunxs, por meio da identificação de soluções para os problemas e na tomada de decisões e por iniciativas de ativismo baseadas nos resultados das investigações realizadas por elxs (REIS, 2013). Todas estas atividades constituem um ótimo contexto e pretexto para a aprendizagem de conteúdos científicos e metacientíficos previstos nos currículos (REIS, 2013).

Tal perspectiva articula-se às propostas educacionais de Paulo Freire, já que a ação política junto às pessoas oprimidas tem que ser, no fundo, "ação cultural" para a liberdade, por isto mesmo, ação com elxs. A presença das pessoas oprimidas na busca de sua libertação, mais que pseudo-participação, é o que deve ser: engajamento. Ação, reflexão, revolução, transformação (FREIRE, 2017).

Assim, a partir da perspectiva freireana – que tem o propósito político de transformar condições opressivas na sociedade – assumimos uma visão radical da educação científica, por meio da educação CTSA e da introdução de QSC, via estabelecimento de processos dialógicos em sala de aula, bem como o

desenvolvimento de ASP (SANTOS, 2008), através de uma visão tridimensional dos conteúdos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Consideramos que essas perspectivas teórico-metodológicas são potencialmente importantes para o desenvolvimento do Pensamento Crítico (PC), que envolve capacidades de estruturar uma maneira própria de pensar pelas pessoas, que lhes permita distinguir a validade dos argumentos, tomar posições frente a situações sociais e ter um papel ativo nas decisões culturais e científicas assumidas a partir de uma responsabilidade social (SOLBES; TORRES, 2012).

Estar bem informado, utilizar e mencionar fontes credíveis de informações, procurar razões e alternativas para argumentos, ter abertura para diálogos e ideias opostas e buscar precisão de informações e argumentos (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013) são elementos relacionados com as capacidades de PC. O PC não se encerra no campo das ideias, mas implica atitudes, já que o pensamento que se desenvolve é racional, reflexivo e focalizado na decisão de ideias e ações. Assim, “um pensador crítico deve não só ser capaz de avaliar a força das razões, para agir numa determinada direção, com base em princípios, mas também estar disposto a fazê-lo” (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013, p. 177).

Com base nesses pressupostos, empreendemos uma pesquisa que focaliza o ensino de biologia celular, mais especificamente mitose e câncer, por meio do desenvolvimento de uma sequência didática<sup>77</sup> (SD). A SD que construímos tem como objetivo o ensino de mitose e câncer associado a debates éticos sobre progresso da ciência e sobre processos de alterização ligados ao racismo, sexismo e opressão de classe, articulados para promover as capacidades de PC e de proposição de ASP, no contexto do Ensino Médio.

A alterização corresponde ao processo cultural de produção de alteridades por meio da delimitação, rotulação e categorização das formas possíveis de ser outro, a partir de determinados marcos sócio-históricos (ARTEAGA *et al.*, 2015), sendo este processo comumente envolvido na construção das identidades. No entanto, a alterização se torna negativa quando gera marginalização, subjugação e exclusão, a partir de algum tipo de reforço a noções de normalidade, caracterizando as diferenças como desvios, a partir de categorizações de inferioridade (ARTEAGA

---

<sup>77</sup> Entendemos SD, conforme Zabala (1998, p. 18), como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos”.

*et al.*, 2015). São exemplos de processos negativos de alterização o racismo, o sexismo, a opressão de classe, a LGBTfobia<sup>78</sup> e o especismo<sup>79</sup>. Esses processos de alterização são referidos, no campo da ética, pela ideia de exclusão da consideração moral, ou de exclusão do círculo de consideração moral (SINGER, 2004).

Os debates éticos empreendidos para esta SD são inspirados nos processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral - pelo menos três: sexismo, racismo e opressão de classe, a que esteve submetida Henrietta Lacks (PAIVA *et al.*, 2016). Consideramos a história de Henrietta Lacks promissora para trabalhar questões sociais amplas ligadas à biologia celular, mais especificamente mitose e câncer, pois se trata de um caso real de uma mulher, pobre e negra, nascida nos Estados Unidos, que teve suas células do colo de útero extraídas sem conhecimento e consentimento para pesquisas sobre câncer, no contexto de leis segregacionistas dos Estados Unidos, na primeira metade do século XX, sendo que suas células – imortais, se mantidas em condições ideais de laboratório - contribuíram e contribuem para muitos benefícios sociais (SKLOOT, 2011; PAIVA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, este estudo objetivou investigar princípios de design para o ensino de mitose e câncer de uma SD que visa promover as capacidades de PC e de proposição de ASP, no contexto real de uma sala de aula de Ensino Médio. Assim, investigamos e validamos os princípios de design por meio da análise sobre o alcance das expectativas de ensino propostas.

---

<sup>78</sup> O termo LGBTfobia consiste nas diferentes formas de abusos, discriminações, ódio e exclusão associadas a diversas formas de violência que pessoas lésbicas, gays, bissexuais e transexuais podem estar submetidas. Tal submissão está associada às relações de poder impostas pela hegemonia da heteronormatividade, ou seja, a produção e reafirmação compulsória da norma heterossexual (LOURO, 2009). A sigla LGBT, de Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transexuais, é limitada, por não abarcar a diversidade de expressões de identidade sexual e de gênero, mas a utilizamos como representação para esta diversidade sexual.

<sup>79</sup> O especismo é um tipo de preconceito ou atitude de favorecimento dos interesses dos membros de uma espécie em detrimento dos interesses dos membros de outras espécies (SINGER, 2004). Este termo foi cunhado por Richard Ryder e tem sido adotado desde a primeira edição do livro “Libertação Animal” de Peter Singer.

## PERCURSO METODOLÓGICO

### Referencial teórico-metodológico: pesquisa de design educacional

Esta investigação é orientada pelo arcabouço teórico-metodológico da Pesquisa de Design Educacional, a qual visa o estudo sistemático do planejamento, da implementação, da avaliação e da manutenção de intervenções de ensino inovadoras, situadas em sala de aula real, objetivando a busca de solução para problemas complexos da prática educacional, por meio da elaboração de princípios de design que possam ser aplicáveis, mediante adaptações, a vários contextos (PLOMP, 2009).

Os princípios de design são declarações enunciativas que configuram apostas teóricas e educacionais e, em termos de investigação, correspondem aos produtos teóricos da pesquisa em design (VAN DEN AKKER, 1999), apresentando o potencial de compor uma teoria de ensino específica para um dado domínio (PLOMP, 2009) - no caso desta pesquisa, para o ensino de biologia celular, no contexto do Ensino Médio. Os princípios de design podem ter duas ênfases: 1) substantiva, constituindo-se de generalizações teóricas ou orientações filosófico-pedagógicas que se referem a características da intervenção, aplicáveis em outros contextos educacionais, e 2) procedimental, quando tratam de características de uma intervenção aplicada em um contexto específico, passíveis de adaptação a diversos contextos. Tais princípios podem contemplar as duas ênfases e são sempre seguidos de seus propósitos e de suas razões, as quais podem ser teóricas e/ou experienciais (SARMENTO, 2016).

Para enunciar e sistematizar os princípios de design – objeto de investigação da presente pesquisa – utilizamos a seguinte formulação adaptada de Van den Akker pelo Grupo de Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica (CoPPEC), no contexto do GCPEC<sup>80</sup> (1999):

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável: (1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P. (2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q. (3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R (SARMENTO, 2016, p. 23).

---

<sup>80</sup> Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências, coordenado pela Profa. Claudia Sepulveda no Departamento de Educação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Os princípios de design que usamos na construção do primeiro protótipo da SD são derivados do saber docente, de processos anteriores de pesquisa situada na sala de aula sobre educação científica e da literatura sobre ensino de biologia (PAIVA *et al.*, 2017a). Para a elaboração da SD, utilizamos objetivos de aprendizagem por meio das dimensões de conteúdos CPA (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Assim como no trabalho de Sarmiento (2016), incluímos a versão revisada e pós-validação da SD (Apêndice J) que fora desenvolvida, já que esta versão aperfeiçoada poderá interessar e ser útil a docentes e pesquisadorxs, como esperamos.

Algumas características principais da Pesquisa de Design Educacional são elencadas por McKenney e Reeves (2012), as quais destacamos: 1) intervencionista, pois produz uma intervenção em um determinado contexto educacional; 2) teoricamente orientada, uma vez que se baseia em proposições teóricas e busca construir teoria de ensino domínio-específica; 3) fundamentalmente responsiva, pois é construída a partir do diálogo entre o conhecimento teórico e o conhecimento dxs participantes da pesquisa; 4) colaborativa, por necessitar da participação dxs envolvidos em todas as etapas da pesquisa, e 5) iterativa, já que ocorre de maneira cíclica, a partir de avaliação que busca a melhoria da intervenção proposta, testando os princípios de design.

Assim, essa modalidade de pesquisa apresenta três fases bem estabelecidas: 1) a fase preliminar, em que ocorre a análise do contexto e das necessidades, o desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura e no conhecimento docente (PLOMP, 2009; SEPULVEDA *et al.*, 2016) e a elaboração dos princípios de design; 2) a fase de prototipagem, etapa iterativa que visa aperfeiçoar a intervenção educacional, caracterizada pela construção, desenvolvimento e avaliação formativa - avaliação processual, reflexiva e avaliativa dos princípios de design no refinamento destes e da intervenção educacional; e 3) a fase de avaliação, em que ocorre a avaliação final ou somativa para concluir se a intervenção com o conjunto de princípios de design atende às especificações pré-determinadas, a partir da análise sobre a pesquisa como um todo (PLOMP, 2009) (Figura 1). Abaixo apresentamos uma adaptação do esquema proposto por McKenney (2001) para ilustrar o processo cíclico na pesquisa em design educacional.

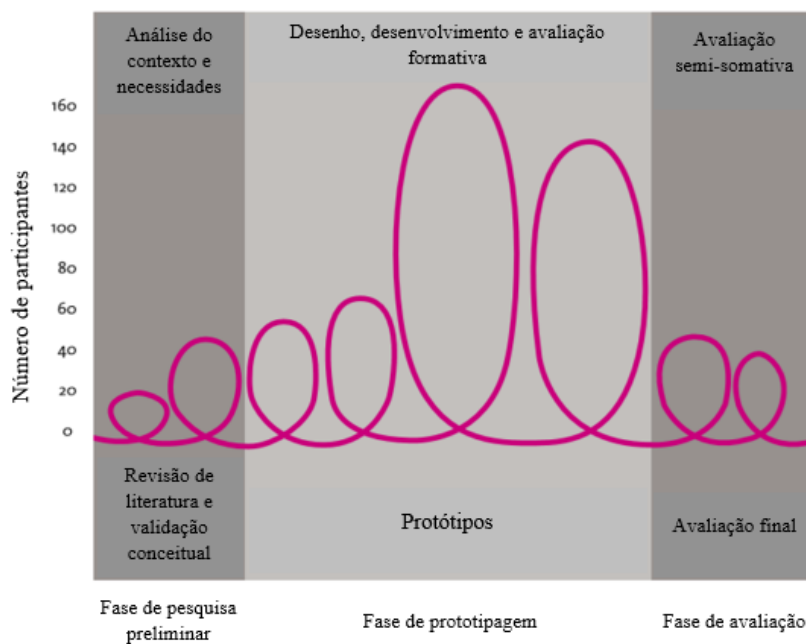


Figura 1. Processo cíclico da Pesquisa de Design Educacional.  
Fonte: Adaptado de Sepulveda *et al.* (2016).

Para chegar até a presente investigação, contemplamos a fase preliminar, por meio de uma revisão sistemática de literatura sobre o ensino de biologia celular no contexto brasileiro (PAIVA; GUIMARÃES; ALMEIDA, 2018), da análise sobre os processos de alterização negativa envolvidos no caso de Henrietta Lacks (PAIVA *et al.*, 2016) e do desenvolvimento colaborativo dos princípios de design (PAIVA *et al.*, 2017a). Ademais, realizamos, antes desse estudo, a primeira etapa da fase de prototipagem, por meio do desenho da intervenção didática e da análise sobre as implicações do processo de validação prévia da mesma por docentes de biologia e feministas (PAIVA *et al.*, 2017b). Assim, seguindo na fase de prototipagem, a presente pesquisa realizou um ciclo de prototipagem com avaliação formativa para o aperfeiçoamento da intervenção, a partir da análise sobre potencialidades e limites dos princípios de design testados empiricamente em relação às expectativas de ensino propostas.

Nesse sentido, como o presente estudo envolve o esforço de análise empírica dos princípios de design testados por meio do primeiro protótipo da SD, a avaliação sobre a intervenção educacional foi de natureza formativa, a qual avalia o refinamento dos princípios de design e da intervenção educacional. Assim, este primeiro ciclo de prototipagem consiste numa reflexão sistemática sobre princípios de design testados empiricamente, o que resultou em evidências sobre a validade

dos mesmos e elementos de aperfeiçoamento destes para refinamento da SD em novos protótipos, os quais poderão ser posteriormente investigados, em novos ciclos de prototipagem, que eventualmente culminarão numa avaliação somativa.

Ressaltamos que a fase de avaliação, ou somativa, que tem como propósito chegar a uma conclusão, depois de vários ciclos de investigação, acerca da capacidade da intervenção de alcançar os objetivos educacionais propostos em seu planejamento, não foi tratada no presente estudo, uma vez que realizamos apenas um ciclo de investigação sobre a intervenção.

O fato de termos realizado, neste estudo, a construção, implementação e investigação dos princípios de design relacionados apenas ao primeiro protótipo de uma SD se deve à grande necessidade de tempo que é investido para: 1) estudo bibliográfico e teórico envolvendo temáticas importantes para a SD; 2) construção colaborativa da intervenção, abarcando estudos para elaboração de atividades e estruturação das mesmas numa sequência; 3) validação prévia da SD, em nosso caso por docentes e feministas; 4) aplicação da intervenção em sala de aula; 5) análise das informações coletadas, e 6) redação dos *papers* ligados às fases e momentos da investigação.

### **Trabalho colaborativo, contexto de pesquisa e questões éticas**

Atendendo aos nossos pressupostos éticos de construção de conhecimento em pesquisa educacional e das indicações de Plomp (2009) para Pesquisa de Design Educacional, os princípios de design e a SD ligados a esta investigação foram desenvolvidos de modo genuinamente colaborativo. O trabalho colaborativo se deu com o envolvimento do conhecimento tanto de professorxs-pesquisadorxs da educação básica quanto de pesquisadorxs universitários. Esta heterogeneidade de conhecimentos e práticas traz contribuições importantes para a construção da prática pedagógica e para a pesquisa educacional, proporcionando suporte teórico, metodológico e afetivo que visa resolver problemas complexos do ensino. Esta perspectiva é defendida por muitxs autorxs que ressaltam a escola como produtora de conhecimento e participante ativa da pesquisa educacional (ZEICHNER, 1998; HARGREAVES, 1999; IBIAPINA, 2008; EL-HANI; GRECA, 2011; PAIVA, 2014; PAIVA; ALMEIDA, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2016).



Esta pesquisa desenvolveu um trabalho colaborativo<sup>81</sup> por envolver parceria entre pesquisadorxs e professora da educação básica na elaboração e aplicação de uma SD. No processo colaborativo que adotamos, xs partícipes – professora-pesquisadora da educação básica vinculada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Camaçari, e professorxs-pesquisadorxs do GCPEC - têm seus conhecimentos e práticas (trans)formados. A formação de grupos colaborativos de pesquisa entre docentes de diferentes níveis de ensino, como é o caso do GCPEC, em que se insere esta investigação, tem sido proposta como resposta a diferentes problemas relativos à produção de conhecimento na área de educação e ao desenvolvimento profissional docente, em âmbito nacional e internacional (ALMEIDA *et al.*, 2016).

A colaboração tensiona o problema das relações de distanciamento entre a pesquisa e a prática, pelo esforço por uma construção da ciência comprometida com questões sociais, as quais estão ligadas intimamente com a educação, além de reconhecer a professora da educação básica como uma construtora do conhecimento e não uma mera doadora da sala de aula. Assim, o delineamento metodológico contribui para a superação da lacuna pesquisa-prática (MCINTYRE, 2005), reduzindo a distância entre a produção do conhecimento científico sobre ensino de biologia e o que é desenvolvido nas práticas de sala de aula.

Além dos encontros semanais para discussão de textos e experiências, no contexto do GCPEC, em que aspectos teórico-metodológicos estudados incidiam diretamente nesta pesquisa, as reuniões de colaboração aconteceram principalmente entre a doutoranda e a professora da educação básica, tendo frequência quinzenal. Nestas reuniões, eram realizadas discussões de textos, conversas sobre a realidade e o contexto escolar, debates sobre educação de modo mais amplo, sendo que em cada encontro produzíamos sínteses dos principais pontos de debate, avanços e posteriores estudos e ações. Nesses encontros de colaboração, produzimos os princípios de design da SD, os materiais didáticos, a

---

<sup>81</sup> É importante destacar, com base na distinção elaborada por Almeida (2014), que esta não é uma pesquisa colaborativa, mas a elaboração da SD e dos princípios de design passou por um processo de colaboração. Nesse sentido, conforme Almeida (2014), uma pesquisa colaborativa é aquela em que os membros do grupo (pesquisadorxs da universidade e professorxs da educação básica) decidem e participam coletivamente de todas as etapas do processo investigativo - definição da pergunta, construção de quadro teórico, opções metodológicas, coleta e análise dos dados e produção de relatórios de pesquisa para divulgação. Assim, mesmo esta investigação, que esteve inserida num grupo colaborativo – o GCPEC – não é uma pesquisa colaborativa, pois a maior parte das etapas da tese passou por decisões tomadas apenas por mim e pelxs orientadorxs.

partir, por exemplo, da seleção de materiais/reportagens para produção de textos de divulgação científica, vídeos curtos e elaboração de *slides* para as aulas. É importante destacar que o conhecimento docente e a sua experiência de sala de aula, no contexto da modalidade de pesquisa que adotamos, têm papel fundamental na elaboração dos princípios de design e da SD.

A investigação foi conduzida no contexto real da sala de aula do IFBA, que é uma instituição pública federal que oferta cursos técnicos profissionais de nível médio e superior gratuitos em várias cidades da Bahia. A entrada nesta unidade escolar se dá via processo seletivo, por meio de edital, sendo que para o ensino médio integrado ao técnico a seleção se baseia numa prova objetiva, abordando os conteúdos do Ensino Fundamental. De acordo com os dados fornecidos pela Coordenação Técnica de Seleção de Alunos do IFBA, campus Camaçari, temos a seguinte caracterização relativa a gênero, etnia e renda, ilustrada no quadro abaixo.

Quadro 1. Caracterização de estudantes nos processos seletivos do IFBA para cursos técnicos-integrados, Campus Camaçari, entre 2017 a 2019.

Especificações	2017		2018		2019	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Nº candidatos cadastrados	1.669	100	819	100	1.086	100
<b>ETNIA</b>						
<b>TOTAL</b>	<b>1.669</b>	<b>100</b>	<b>819</b>	<b>100</b>	<b>1.086</b>	<b>100</b>
Amarela	40	2%	23	3%	37	3%
Branca	170	10%	98	12%	150	14%
Indígena	24	1%	8	1%	10	1%
Parda	973	58%	509	62%	626	58%
Preta	462	28%	181	22%	263	24%
<b>RENDA</b>						
<b>TOTAL</b>	<b>1.669</b>	<b>100</b>	<b>819</b>	<b>100</b>	<b>1.086</b>	<b>100</b>
Inferior a 1,5 s.m	1001	60%	404	49%	539	50%
Superior a 1,5 s.m	668	40%	415	51%	547	50%
<b>GÊNERO</b>						
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>819</b>	<b>100</b>	<b>1.086</b>	<b>100</b>
Masculino	-	-	393	48%	576	53%
Feminino	-	-	426	52%	510	47%

Fonte: Sistema Prosel Gerente, desenvolvido por: DGTI e DESEL. Os dados de 2017 relativos a gênero não foram fornecidos.

Embora a educação das relações étnico-raciais seja importante em qualquer contexto, já que se trata de uma abordagem formativa para todas as pessoas, a caracterização do contexto institucional revela um aspecto que justifica fortemente a perspectiva de ensino empreendida nesta pesquisa, já que 80% dxs estudantes são de perfil étnico-racial pardo/preto.

A professora que ministrou a SD é bacharela e licenciada em Biologia, mestre e doutora em Genética e Biologia Molecular e docente colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, atuando na linha de pesquisa em ensino de ciências.

Essas informações que visam caracterizar o contexto em que a pesquisa foi realizada e as pessoas que participaram dela é importante por duas razões discutidas por Sarmiento (2016), são elas: 1) propicia a interpretação situada dos dados produzidos, de modo a elaborar evidências generalizáveis para outros contextos; e 2) permite que docentes avaliem as similaridades com os contextos em que ensinam para justificar a transposição dos princípios substantivos de design, por meio do teste empírico da intervenção de ensino.

A SD foi aplicada nas duas turmas de terceiro ano do ensino médio integrado ao técnico do IFBA, Campus Camaçari, por buscarmos incluir as atividades no cronograma e currículo escolar, já que, no contexto do IFBA, nesta série se estuda biologia celular. Como recorte para este trabalho, selecionamos os registros de sala de aula, atividades didáticas e do grupo focal de uma das turmas em que a SD foi aplicada. A opção pela análise desta turma decorreu da experiência da colaboradora docente, que percebeu que esta turma tendia a valorizar mais os conteúdos de cunho conceitual, atribuindo menor valor às dimensões procedimental e atitudinal dos conteúdos. Participaram deste estudo 28 estudantes, tendo a maioria idade entre 16 e 18 anos, sendo que 17 estudantes eram menores de idade e 11 maiores de idade. Ressaltamos a diferença percentual entre sexo feminino e masculino, sendo 35,71% e 64,29%, dxs estudantes, respectivamente.

Os objetivos do trabalho foram compartilhados com as turmas antes mesmo do início da pesquisa, com registro sistemático das situações observadas para posterior descrição e análise de todas as intervenções. A anuência para participação dxs estudantes na pesquisa foi concedida através de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visando garantir a privacidade e a proteção da imagem dxs participantes. Antes de solicitar a assinatura do TCLE de estudantes maiores de

idade (Apêndice D) e dxs responsáveis, em caso de estudantes menores de idade (Apêndice E), foram passados termos de consentimentos para a Diretora de Ensino (Apêndice F) e para o Coordenador de Área de Ciências Naturais e Exatas do IFBA – Campus Camaçari (Apêndice G), a fim de autorizar a execução da pesquisa no contexto de duas salas de aulas do instituto. É importante destacar que esse procedimento está de acordo com princípios éticos embasados na Resolução nº 466/2012 (BRASIL, 2013) e na Resolução nº 510/2016 (BRASIL, 2016), que contém diretrizes e normas que regulamentam pesquisas que envolvem seres humanos.

Nesse sentido, garantimos a confidencialidade, a privacidade e a proteção da imagem dxs participantes deste estudo, sendo que os resultados são apresentados e discutidos de modo que não há possibilidade de identificação dxs participantes. Para tanto, utilizamos pseudônimos nas atividades e interações de sala de aula analisadas, já para a descrição e análise do grupo focal, por se tratar de uma atividade prática, na qual xs alunxs comentavam juntxs e completavam os sentidos de seus saberes e devido à dificuldade em separar tais falas, decidimos não nomear xs estudantes, atribuindo apenas letras. Além disso, também por questões de natureza ética, todas as falas citadas neste trabalho, bem como as atividades escritas dxs estudantes, foram transcritas literalmente.

### **Procedimentos de produção e análise de dados**

Nesta pesquisa utilizamos a abordagem qualitativa de enfoque crítico-participativo com visão histórico-estrutural, a partir de uma dialética da realidade social que parte da necessidade de conhecê-la para transformá-la (TRIVIÑOS, 2012). Tal abordagem caracteriza-se por englobar um conjunto heterogêneo de perspectivas, de métodos, de técnicas e de análises (ANDRÉ, 2001). O eixo qualitativo é baseado em produção de dados descritivos, a partir do trabalho de campo em que há contato direto com a situação estudada (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Essa abordagem lança um olhar mais criterioso ao processo, levando em conta a perspectiva interpretativa dxs participantes (STAKE, 1995) sobre o contexto de ensino, a fim de analisar a contribuição dos princípios de design utilizados na SD.

Durante a aplicação da SD, utilizamos como formas de registro: gravador de áudio, fotografias, filmadora e um caderno de campo para relatórios diários. Como procedimento de produção de dados para a investigação dos princípios de design

utilizamos: 1) observação participante (GIL, 2009), por meio da qual foi garantido contato direto com o fenômeno estudado – ensino de biologia celular -, através da participação da pesquisadora na sala de aula, como membro do grupo, sendo possível registrar livremente, em caderno de campo, informações do contexto de sala de aula importantes ao estudo, e 2) o recurso do grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005), que será melhor descrito posteriormente, ainda nesta subseção.

Para uma melhor compreensão desta pesquisa, ressaltamos que o desenho teórico-metodológico foi planejado de modo a investir esforços para validar os três primeiros princípios de design apostados, cujas características são: 1) Uso didático de uma QSC baseada num caso real, 2) Ensino explícito de ética e 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire, uma vez que são novidades incorporadas ao nosso estudo. Os dois últimos princípios de design - 4) Trabalho cooperativo e 5) Uso de Textos de Divulgação Científica - já foram utilizados, com sucesso, em outros trabalhos (SARMENTO *et al.*, 2011; MUNIZ *et al.*, 2012; SARMENTO *et al.*, 2013; GUIMARÃES *et al.*, 2013; SÁ *et al.*, 2014; SARMENTO, 2016) e, portanto, já foram validados. Em virtude desse sucesso, foram incorporados ao presente estudo e estão intimamente ligados aos demais princípios. Em estudos posteriores, pretendemos apresentar elementos incorporados por nós nestes princípios, por exemplo, em termos de procedimentos.

Para a investigação dos três princípios de design em análise, as fontes de informações utilizadas foram: grupo focal, registro audiovisual das atividades de sala de aula, atividades escritas<sup>82</sup> e caderno de campo. Estas fontes de informações foram essenciais no processo de produção de dados referentes à análise sobre os princípios de design apostados em relação às expectativas de ensino. Para cada princípio de design e as expectativas de ensino foram atribuídas as fontes de informações que nos dariam melhores respostas ao objetivo do estudo, a partir do teste empírico, conforme o Quadro 2<sup>83</sup>.

---

<sup>82</sup> Por ser uma pesquisa situada no contexto real de sala de aula, as fontes de informações de atividades de sala de aula, atividades dialógicas em grupos e atividades escritas foram também utilizadas como instrumentos de avaliação da unidade letiva.

<sup>83</sup> O quadro completo, com as informações sobre os princípios não investigados nesta tese, encontra-se no Apêndice L.

Quadro 2. Descrição geral da sistematização dos dados e de como foram realizadas as análises para a validação dos princípios de design.<sup>84</sup>

DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE ANÁLISE		
Síntese do princípio (característica)	Expectativas de Ensino	Fonte de informações
1) Uso didático de uma QSC com caso real	<p>a) Possibilitar que xs estudantes articulem os conhecimentos científicos sobre mitose e câncer e práticas científicas com conhecimentos, valores e práticas sociais mais amplas, numa abordagem CTSA;</p> <p>b) Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico;</p> <p>c) Orientar a análise pelxs estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral.</p>	<p>- Grupo focal</p> <p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p> <p>- Caderno de campo</p>
2) Ensino explícito de ética	a) Promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições.	<p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p> <p>- Atividades escritas</p>
3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire	<p>a) Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</p> <p>b) Promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas.</p>	<p>- Grupo focal</p> <p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p>

Os registros audiovisuais de sala de aula e o caderno de campo constituíram fontes de registro para elaboração de mapas de atividades de sala de aula (AMARAL; MORTIMER, 2006). Os mapas de atividades constituem uma estratégia de apresentação de dados que focaliza os aspectos gerais da SD aplicada, sendo compostos por elementos imprescindíveis para a produção dos dados na análise discursiva, são eles: 1) o tempo de cada atividade, em que incluímos também o tempo no vídeo; 2) a(s) atividade(s) desenvolvida(s); 3) o(s) tema(s) principal(is); 4) as ações dxs participantes, e 5) os comentários gerais (AMARAL; MORTIMER, 2006).

<sup>84</sup> É importante ressaltar que muitas expectativas de ensino são semelhantes e mobilizadas por diferentes princípios, dada a própria característica integrativa da SD.

Os mapas de atividades contribuem para a contextualização dos enunciados produzidos na sala de aula e orientam a escolha dos episódios relevantes para a análise da dinâmica discursiva estabelecida (AMARAL; MORTIMER, 2006). A partir da estrutura do mapa de atividades, os episódios de ensino podem ser visualizados como sendo parte de uma cadeia de ações, atividades e interações estabelecidas no contexto da sala de aula (AMARAL; MORTIMER, 2006). Assim, nesta pesquisa, foram elaborados quatro mapas de atividades (Apêndice K), um por encontro realizado durante a SD, objetivando sistematizar e ilustrar o contexto global em que estão inseridos os episódios de ensino analisados. Um episódio pode ser definido como um conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados, sendo apresentado na forma de sucessivos turnos de fala (AMARAL; MORTIMER, 2006).

A escolha dos episódios de ensino é uma decisão metodológica importante para a configuração do quadro analítico desta pesquisa. Os episódios, enquanto unidades de análise do processo de ensino, foram extraídos da transcrição de áudios obtidos pela gravação em vídeo, segundo o critério de configurarem o contexto da produção de determinadas respostas à pesquisa, em nosso caso, a análise sobre as expectativas de ensino na investigação dos princípios de design apostados na presente pesquisa.

Assim, o critério de seleção desses episódios foi a identificação dos conjuntos de turno de falas que tem relação com o objeto de estudo, de modo que o critério de corte foi realizado levando em consideração o início e o fim de turnos de fala, respeitando o fenômeno social do contexto de sala de aula. Para tal recorte, seguimos duas categorias dos padrões de interação discursiva apresentados por Mortimer e Scott (2002): 1) interações triádicas, que é um padrão de interação muito comum em sala de aula, denominado tríade Iniciação-Resposta-Avaliação (I-R-A), no qual há uma iniciação da professora, normalmente uma pergunta, a resposta do estudante, e uma avaliação pela professora, sendo que temos também considerado a iniciação vinda de estudantes; e 2) as interações não-triádicas em cadeia que podem ser identificadas quando a professora apresenta um *feedback* (F) ou um prosseguimento (P) à fala do estudante, com o objetivo de sustentar sua produção discursiva e dar continuidade à interação, por exemplo, I-R-F-R-P-R. Essas cadeias podem ser abertas, quando não apresentam uma avaliação ao final, ou fechadas, quando apresentam.

Os sujeitos enunciadore dos discursos foram: a professora, xs estudantes, a professora em conjunto com xs estudantes e xs estudantes em conjunto com outrxs estudantes. Ressaltamos a importância da utilização de registros por vídeo, pois este recurso proporciona a análise de reações tanto verbais quanto não-verbais, sendo esta última muito importante para inferir envolvimento, expressões faciais e demais elementos que, embora inaudíveis, significam muito para responder aos objetivos da pesquisa. Além disso, as atividades escritas foram consideradas no processo de investigação sobre os princípios de design, no sentido de avaliar, por exemplo, a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC, a fim de relacionar o ensino aos princípios apostados.

Desse modo, diferentes procedimentos analíticos foram utilizados, a saber: 1) elaboração de mapas de atividades, que permitem uma visão global da SD analisada; 2) identificação, seleção, transcrição e análise de episódios representativos para responder aos objetivos do estudo, 3) análise de atividades escritas, e 4) análise do grupo focal. Assim, neste trabalho, são considerados os recortes de episódios da sequência de aulas, demonstrada nos mapas de atividades, atividades didáticas desenvolvidas em aula – tanto do campo dialógico verbal, como discussões, quanto de atividades escritas entregues como documento avaliativo – e também a reunião de grupo focal.

Para a validação de cada princípio utilizamos quatro ferramentas específicas de análise que relacionam-se às expectativas de ensino, a saber: a) análise interacionista do grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005); b) Análise Crítica do Discurso (MELO, 2009; CONRADO; CONRADO, 2016); c) ferramenta analítica sobre desenvolvimento das capacidades de PC e d) ferramenta analítica sobre elaboração de propostas de ASP.

A Análise Crítica do Discurso (ACD) compreende o discurso como constituído por práticas sociais, as quais podem revelar processos de manutenção e abuso de poder, sendo que esta visa difundir a importância da linguagem na produção, na manutenção e na mudança das relações sociais de poder e aumentar a consciência de que a linguagem contribui para processos de dominação, tendo em vista tal consciência como o primeiro passo para a emancipação (MELO, 2009). A ACD defende, portanto, uma investigação sobre os discursos diretamente voltada às transformações sociais, focalizando a análise de como o discurso é produzido, reproduzido e mantido pela própria sociedade (CONRADO; CONRADO, 2016).



Norman Fairclough, um dos mais difundidos expoentes da ACD, postula uma análise do discurso não como procedimento epistemológico, sobre a língua, mas como instrumento político contra a injustiça social, de modo que o discurso é visto como um modo de ação, como uma prática que altera o mundo e altera as pessoas no mundo (MELO, 2009). Nesse sentido, o objeto de estudo da ACD não trata tão somente da língua, mas o que há por meio dela: relações de poder, institucionalização de identidades sociais, processos de inconsciência ideológica (MELO, 2009).

No ensino de ciências, a ACD tem sido adotada como um método para análise da formação discursiva (PÉREZ, 2012; CONRADO; CONRADO, 2016). Neste campo, a ACD pode ser utilizada, por exemplo, para analisar os discursos sobre o papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo, buscando-se perceber as relações de dominação e de manutenção do *status quo* (CONRADO; CONRADO, 2016).

Nesta pesquisa, buscamos, por meio da ACD, avaliar o alcance das expectativas de ensino via análise das práticas discursivas e do processo interacional nos episódios de ensino, não apenas identificando discursos hegemônicos, mas também as mudanças discursivas que foram alcançadas, por meio dos propósitos de cada princípio de design apostado. A escolha deste procedimento de análise é particularmente consistente com esta pesquisa porque a ACD dá conta da perspectiva analítica sobre aspectos hegemônicos nos discursos e também da resistência e da natureza de mudança social que as práticas discursivas carregam.

Diante do exposto, consideramos que a ACD é uma ferramenta adequada para investigar os princípios de design, por meio da análise dos discursos em sala de aula de biologia, os quais relacionam-se com a interligação entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, ética e política, de modo que a opção por esse método que explicita estratégias discursivas hegemônicas e de resistência e (trans)formação, foi importante para a validação dos princípios apostados na presente investigação.

A ACD foi utilizada para a investigação sobre os três princípios de design, sendo que o princípio de design **1) Uso didático de uma QSC com caso real** focaliza as expectativas de ensino a) Possibilitar que xs estudantes articulem os conhecimentos científicos sobre mitose e câncer e práticas científicas com

conhecimentos, valores e práticas sociais mais amplas e c) Orientar a análise pelos estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral; o princípio **2) Ensino explícito de ética** se articula à sua expectativa de ensino a) Promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições; e o princípio de design **3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire** articula-se à expectativa de ensino a) Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes.

Visando analisar a expectativa b) Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico, do princípio de design 1) Uso didático de uma QSC com caso real, elaboramos uma ferramenta analítica, baseada nos estudos de Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), Solbes e Torres (2012) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2013; 2014; 2016).

Esta ferramenta analítica foi projetado para inferir sobre o desenvolvimento das capacidades de PC no âmbito do ensino de biologia via QSC. Para tanto, inserimos um aspecto geral de ensino relacionado ao alcance (AL) ou não alcance (NAL)<sup>85</sup> das capacidades de PC correspondentes. Assim, analisamos elementos do ensino que foram potenciais – ou não – para promover o alcance de determinadas capacidades de PC.

---

<sup>85</sup> Os alcances intermediários foram descritos e analisados qualitativamente.

Quadro 3. Ferramenta analítica sobre o desenvolvimento das capacidades de PC no âmbito do ensino de biologia via QSC<sup>86</sup>.

Aspecto geral de ensino	Alcance (AL)	Não alcance (NAL)
Discutir sobre aspectos da natureza da ciência, evidenciados no caso da QSC e de demais exemplos em que sejam elucidadas as relações entre CTSA.	Manifestar ideias coerentes com uma compreensão equilibrada e crítica da ciência, reconhecendo-a como atividade humana que envolve múltiplas relações com tecnologia, sociedade e ambiente, nas quais estão presentes relações desiguais de poder.	Manifestar ideias coerentes com uma compreensão da ciência como um conhecimento neutro e desvinculado dos domínios tecnologia, sociedade e ambiente, em que não são reconhecidas assimetrias nas relações de poder ou como um conhecimento que se sobrepõe aos outros domínios, conferindo superioridade a quem o detém nas relações de poder.
Realizar discussões que promovam o reconhecimento sobre diferentes dimensões relacionadas com problemáticas sociocientíficas.	Reconhecer problemáticas sociocientíficas, de modo a estabelecer relações explícitas entre as controvérsias científicas com questões sociais amplas, em diferentes dimensões, tais como: dimensões técnicas, éticas, culturais, econômicas, ambientais, políticas etc.	Não reconhecer problemáticas sociocientíficas, adotando um discurso unidimensional, não controverso e descontextualizado sobre a ciência.
Fornecer diferentes elementos que mobilizem reflexões sobre modos de pensar/agir alternativos, propiciando oportunidades para problematização de discursos e práticas.	Manifestar uma postura questionadora, sem limitar-se a discursos dominantes, a partir do reconhecimento sobre modos de pensar/agir alternativos.	Não questionar discursos e práticas hegemônicos, reconhecendo-os como os únicos legítimos e/ou mais apropriados.
Proporcionar debates para posicionamento ético, fundamentado nas principais correntes em filosofia moral - a ética deontológica, a ética consequencialista (incluindo a ética pragmática e a ética utilitarista) e a ética das virtudes -, sobre os dilemas ético-morais envolvidos no caso da QSC.	Avaliar e fazer julgamentos éticos sobre o caso da QSC, buscando se posicionar de modo fundamentado nas principais correntes em filosofia moral acerca de problemáticas relacionadas.	Não expor nenhum tipo de avaliação fundamentada nas principais correntes em filosofia moral e/ou questionamento sobre as razões éticas em torno das problemáticas que envolvem a QSC.

<sup>86</sup> Essa ferramenta analítica foi produzida visando responder aos objetivos desta pesquisa, de modo que não contempla todas as capacidades envolvidas no PC, mas as que julgamos mais importantes para o ensino baseado em QSC, que desenvolvemos. Contudo, dada sua validação prévia por especialistas da área, a ferramenta poderá ser utilizada em outros estudos, na sua versão original ou por meio de adaptações aos contextos de pesquisa-ensino. Nesse sentido, diferentes critérios podem ser acrescentados à ferramenta em outros estudos, tal como: Aspecto geral de ensino: Orientar a adoção de fontes confiáveis de informações, de modo a prezar a fidedignidade das informações e a validade dos argumentos. AL: Utilizar e mencionar fontes confiáveis de informações, manifestando preocupação com a fidedignidade das informações e a validade dos argumentos. NAL: Utilizar fontes arbitrárias de informações, não manifestando preocupação em avaliar a fidedignidade das informações e a validade dos argumentos.

Estimular o diálogo, de modo a evidenciar a importância do respeito a diferentes ideias e a abertura para razões alternativas.	Manifestar postura dialógica, demonstrando respeito por ideias divergentes das suas e abertura para propor/entender razões alternativas, sem deslegitimá-las/desqualificá-las.	Manifestar postura não dialógica ou anti-dialógica, não demonstrando interesse por discutir ideias divergentes das suas e por propor/entender razões alternativas.
Explicitar a relevância de tomar posições não conformistas diante de discursos e/ou práticas dominantes acerca de questões sociocientíficas.	Reconhecer a relevância de tomar posições diante de questões sociocientíficas, manifestando atitude contrária a discursos e/ou práticas conformistas frente aos discursos dominantes.	Não reconhecer a relevância de tomar posições diante de questões sociocientíficas, manifestando passividade em relação a discursos e/ou práticas que são conformistas frente aos discursos dominantes.

Fonte: elaborado pela autora.

Para investigar sobre o princípio de design 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire, no que se refere a expectativa de ensino b) Promover as capacidades de proposição de ASP, elaboramos uma ferramenta analítica inspirada nos estudos de Freire (1967; 2017), Bencze e colaboradorxs (2018) e Marques e Reis (2018). Tal expectativa foi avaliada qualitativamente pelo alcance das seguintes assertivas sobre cada aspecto que foi elencado na ferramenta abaixo:

Quadro 4. Ferramenta analítica sobre as capacidades de proposição de ação sociopolítica<sup>87</sup>.

Critério	Assertivas de análise
Apresentação geral da proposição de ação sociopolítica	A proposição apresenta uma introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.
	A proposição é bem justificada do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.
Relevância social da ação sociopolítica proposta	A proposição apresenta relação evidente com questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.
	A proposição apresenta compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.
Possibilidades de aplicação da ação sociopolítica proposta	A proposição é exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dos proponentes.
	A proposição apresenta uma descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.

Fonte: elaborado pela autora.

<sup>87</sup> Essa ferramenta foi elaborada tendo em vista os processos de ensino adotados neste estudo, de modo que não abarcamos aqui todas as capacidades de proposição de ASP. Nesse sentido, alguns critérios podem ser acrescidos à ferramenta em outros estudos, tais como: 1) A proposição envolve uma perspectiva dialógica com os grupos sociais ligados à ação, de modo que se reconhece a alteridade e ao mesmo tempo que se questiona as injustiças; 2) A proposição apresenta uma ação com potencial para alcançar as pessoas de poder/tomadores de decisões e para promover parcerias com grupos ativistas institucionalizados.

Ambas as ferramentas de análise passaram pelo processo de validação prévia, a qual está relacionada à fase da formulação da pesquisa (OLLAIK; ZILLER, 2012). A validação foi realizada por dezoito doutorandos e oito pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Biologia, a partir da avaliação das ferramentas por meio de instrumentos de análise (Apêndice M). Tais instrumentos objetivaram fomentar a validação, que consistiu na análise sobre a adequação e a coerência de cada elemento presente nas ferramentas analíticas e também sobre o aspecto geral das mesmas, por meio da opção entre os itens “atende completamente”, “atende parcialmente” e “não atende” e de justificativas, sugestões e comentários gerais realizados pelos avaliadores. Após a análise das avaliações realizadas e tendo em vista a considerável avaliação positiva e importantes sugestões de mudança, aperfeiçoamos as ferramentas. Desse modo, as ferramentas analíticas foram validadas antes da utilização na análise das informações da presente pesquisa.

Para a análise sobre as expectativas *a* e *c* do princípio de design 1) Uso didático de uma QSC com caso real e das expectativas *a* e *b* do princípio de design 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire, utilizamos também a técnica do grupo focal. O grupo focal é um recurso de produção de dados organizado a partir de uma discussão realizada sobre uma temática precisa e mediada pelo pesquisador, sendo um tipo de entrevista coletiva, aberta e centrada (MACEDO, 2004). Utilizamos este recurso ao final da intervenção, como mais uma fonte de produção de dados para investigação sobre os princípios de design, pois consideramos essencial a escuta dos envolvidos na e sobre a experiência didática (MACEDO, 2004; GATTI, 2005; PAIVA; ALMEIDA, 2014) para avaliação da mesma.

Ao final do último dia de aplicação da SD, fizemos um convite para que de 8 a 12 estudantes - seguindo recomendações de Macedo (2004) e Gatti (2005) para este tipo de recurso metodológico – participassem espontaneamente de uma reunião para opinarem sobre as atividades da SD da qual participaram. Nosso grupo focal foi formado por nove estudantes reunidos para discutir o objeto de pesquisa-ensino – aulas de biologia celular -, por meio de suas experiências (GATTI, 2005). A partir disso, discutimos as contribuições dos princípios de design para a viabilidade dos objetivos propostos. O grupo funcionou como uma comunidade de legitimação, de modo que as pessoas que vivenciaram a realidade manifestaram-se sobre ela (PAIVA, 2014), já que o que se pretendeu investigar, realmente, não foram as

pessoas, como se fossem peças anatômicas, mas os seus pensamentos-linguagens referidos à realidade (FREIRE, 2017).

O grupo focal foi guiado por um roteiro com questões para discussão (Apêndice C), que foi elaborado colaborativamente, entre a professora da educação básica, a doutoranda e xs orientadorxs desta pesquisa, como forma de orientar e estimular as interações, sendo um instrumento flexível. A reunião foi registrada por áudio e vídeo e as falas foram transcritas literalmente. Nossa análise foi baseada na perspectiva interacionista da reunião no grupo focal (GATTI, 2005), a partir dos agrupamentos de todas as opiniões, confrontando posições e evidenciando consensos e dissensos, de modo que nos ativemos às falas e interações de falas que constituíram evidências para responder ao objetivo desta pesquisa, por meio da investigação sobre os princípios de design. A utilização desses procedimentos de produção e análise de dados nos permitiu inferir acerca da validação dos princípios de design, evidenciando quais aspectos precisavam ser aperfeiçoados, visando o refinamento do protótipo para posteriores testes empíricos.

A Pesquisa de Design Educacional não deve ser confundida com estudos manipulativos, nem se propõe à generalização estatística, mas tem o intuito de capturar o que podemos aprender das intervenções – com um produto educacional – em contexto (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015), de modo que nesta investigação visamos generalização do tipo situada, conforme Simons *et al.* (2003). Na generalização situada, os resultados relativos a um determinado contexto se tornam evidências transferíveis para outros, desde que haja semelhança evidente entre a situação em que a pesquisa foi realizada e situações em que outrxs docentes trabalham (SARMENTO *et al.*, 2011). Assim, os produtos teóricos da Pesquisa de Design Educacional, a saber, teorias de ensino específicas para um dado domínio, compostas por princípios de design substantivos, são potenciais para constituir generalizações que podem ser transferidas para outros contextos de ensino (SARMENTO, 2016).

Nesta perspectiva, as evidências empíricas produzidas no processo de investigação constituem-se em informações importantes que orientam, de duas maneiras, professorxs que desejam desenvolver inovações educacionais<sup>88</sup> em suas

---

<sup>88</sup> Inovações educacionais são consideradas fruto de processos intencionais, sistemáticos e participativos de produção, recontextualização e disseminação de novidades, que tenham a

salas de aula: (1) sendo incorporadas a julgamentos que precedem a ação e que permitem que professorxs percebam similaridades entre o contexto de suas práticas e o contexto em que foi feito um dado estudo; e (2) indicando um curso de ação, relativo aos procedimentos que xs professorxs podem incorporar, sistematicamente, em suas práticas, durante a implementação da inovação educacional caracterizada por princípios de design que favoreçam alcançar um dado objetivo educacional (SARMENTO, 2016).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na SD em análise, foram realizados quatro encontros, um por semana, totalizando um mês de intervenção, em que cada encontro, considerado aqui como uma aula, teve duração de 100 minutos (1 hora e 40 minutos), totalizando 400 minutos (6 horas e 40 minutos). Desses encontros, foram extraídos treze episódios de ensino representativos da SD, buscando evidenciar elementos relativos aos princípios de design apostados e as expectativas de ensino correspondentes. Os episódios foram transcritos com base em algumas convenções adaptadas por Amaral e Mortimer (2006) da proposta de Marcuschi (2000).

Como maneira de organizar a análise aqui realizada, elencamos uma categoria para cada princípio de design, que foram investigados com base nas expectativas de ensino e fontes de informações correspondentes, conforme o Quadro 2. Assim, analisamos se os princípios de design estão adequados para promover determinadas situações de ensino esperadas. As categorias de análise – organizadas abaixo - foram nomeadas com a síntese da característica de cada princípio, a saber: 1) Uso didático de uma QSC com caso real, 2) Ensino explícito de ética e 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire.

### **Uso didático de uma QSC com caso real**

Este princípio de design, com suas três expectativas de ensino, foi analisado levando-se em consideração a ferramenta analítica sobre o PC, a ACD e a análise interacionista do grupo focal.

*Expectativa de ensino a) Possibilitar que xs estudantes articulem os conhecimentos científicos sobre mitose e câncer e práticas científicas com conhecimentos, valores e práticas sociais mais amplas, numa abordagem CTSA*

A primeira via analítica para discussão desta expectativa de ensino decorre de informações coletadas no grupo focal. A adesão para a participação no grupo focal foi voluntária, sendo que nosso convite foi motivador, evidenciando a importância de xs estudantes opinarem sobre as aulas. A reunião durou 50 minutos e funcionou de maneira confortável, no ambiente familiar da sala de aula, num semicírculo e em forma de bate-papo para que elxs se sentissem confiantes ao emitir as opiniões.

As interações abaixo, recortes literais da reunião de grupo focal, evidenciam o consenso acerca do potencial da abordagem deste princípio de design em atender a expectativa de ensino de propiciar debates que articulem ciência com questões amplas da sociedade.

Quadro 5. Recorte do processo interacionista do grupo focal para responder à expectativa de ensino a do princípio de design 1.

<p>Estudante A: Normalmente a gente vê só aquilo realmente que tá no livro didático/ sabe/ no manual do professor/ que ele tem que dar/ ((inaudível)) só que <b>do jeito que a gente aprendeu foi de um jeito mais amplo/ por exemplo/ é como se o assunto realmente que a gente teve sobre mitose e câncer fosse só um pedaço da coisa/ um pedaço de algo bem maior que foram todas as outras discussões sobre gênero/ sobre racismo/ sobre questões de classe</b><sup>89</sup> todas essas coisas/ entende? Então/ a gente aprende tudo isso e o que a gente tem de mitose e câncer pra aprender a gente aprende meio que por osmose/ não sei/ a gente meio que absorve as coisas automaticamente/ entendeu? A gente só pega assim/</p> <p>Estudante B: Eu gostei da didática/ da forma que ela foi implantada/ justamente como começou né/ A gente começou primeiro discutindo/ aí eu lembro que teve uma <b>aula de discussão</b>/ aí depois teve a aula só sobre a parte teórica/ ((inaudível)) Mas a grande questão é que como foi introduzida e como a aula foi finalizada <b>deu pra entender que uma coisa leva a outra</b> ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) <b>que todo o processo de mitose e o câncer tem um porquê</b>/ ((inaudível)) <b>Eu aprendi o assunto/ posso não ter aprendido os nomes certinho/ mas entendi porquê acontece o câncer</b>/</p> <p>Estudante C: Isso</p> <p>Estudante D: Eu gostei muito disso/ porque a gente entendeu o assunto em si/ e <b>não só discutiu aquilo que envolve a questão científica/ aquilo/ a base do assunto/ mas também questões externas a ele/ o que aquilo causa pra sociedade</b>/ eu achei que isso foi incrível</p> <p>Estudante E: Eu acho que foi o que <i>Estudante D</i> falou/ a gente teve o geral/ e viu como acontece/ <b>talvez a gente não grave necessariamente os nomes de cada coisinha que participou/ mas a gente entendendo o todo é muito fácil você retomar lá/ e é só lembrar/ ah! É isso que participa desse processo/ isso participa daquele processo.</b></p> <p>Estudante D: E lembrar também é muito mais fácil.</p> <p>[...]</p> <p>Estudante G: Sim/ até mesmo logo na apresentação do caso/ no final tem/ ele fala que é um</p>
---

<sup>89</sup> Os trechos destacados nos diálogos e atividades escritas não são para demarcar ênfases dadas pelxs estudantes, mas para destacar elementos significativos que evidenciam a validade de nossa expectativa apostada em cada princípio de design.



caso de gênero/ violência/ é/ esqueci direito/ mas é relacionado ao social e durante o texto ele fala/ expõe todas as questões da ciência mesmo/ Não só nesse início/ mas no decorrer da sequência/ **a gente foi tendo que avaliar de acordo com cada coisa/ em relação a ética/ a ciência pra poder criar os questionamentos/**

Estudante D: Eu sempre me perguntava/ por que estudar tantas disciplinas diferentes? Por causa da forma que era dado pra gente/ sabe? A gente estuda matemática/ português/ ciências... Mas/ e aí a gente vai fazer o que com essa informação toda/ entende? Então/ **eu acho que vocês arrumaram um significado pra estudar biologia dessa forma/** entendeu? E aí dando significado mesmo/ trazendo essas questões **porque a gente consegue aplicar na vida da gente/ na sociedade/**

Nesse diálogo são identificados dois importantes aspectos favoráveis à validade do princípio de design, no que se refere à expectativa de ensino, são eles:

1) **Articulação de conhecimentos e práticas científicos com questões sociais mais amplas.** Este objetivo de articulação de ciência com sociedade é particularmente evidenciado em falas dos estudantes, tais quais: a) Estudante A: “do jeito que a gente aprendeu foi de um jeito mais amplo/ por exemplo/ é como se o assunto realmente que a gente teve sobre mitose e câncer fosse só um pedaço da coisa/ um pedaço de algo bem maior que foram todas as outras discussões sobre gênero/ sobre racismo/ sobre questões de classe”; b) Estudante D: “não só discutiu aquilo que envolve a questão científica/ aquilo/ a base do assunto/ mas também questões externas a ele/ o que aquilo causa pra sociedade”, e c) Estudante D: “eu acho que vocês arrumaram um significado pra estudar biologia dessa forma/ [...] porque a gente consegue aplicar na vida da gente/ na sociedade/”.

Essas falas demonstram a compreensão pelos estudantes de que o conteúdo de mitose e câncer é parte de um todo, que envolve debates sociais mais amplos, como as problemáticas do racismo, da desigualdade de gênero e da opressão de classe. Além dessa articulação epistemológica, há uma dimensão prática evidente, quando o estudante D menciona sobre a aplicabilidade da biologia na vida em sociedade, quando ensinada nesta perspectiva. Sobre este aspecto, ressaltamos que o propósito central do uso de QSC em salas de aula é o de fomentar a participação social para tomadas de decisões responsáveis, sendo este um objetivo central também da educação CTSA (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018). Associado a esse objetivo central, está também a finalidade de encorajar os estudantes a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social (PEDRETTI, 1999; RATCLIFFE, 1997; SANTOS; SILVA; SILVA, 2018).

**2) Perspectiva ampla de ensino, potencializada pela abordagem CTSA e pela organização da SD pelas dimensões CPA dos conteúdos de aprendizagem, elemento procedimental do princípio de design apostado.** As falas que evidenciam o alcance deste elemento da expectativa de ensino relacionado ao princípio de design são: a) Estudante B: “deu pra entender que uma coisa leva a outra ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) que todo o processo de mitose e o câncer tem um porquê/ ((inaudível)) Eu aprendi o assunto/ posso não ter aprendido os nomes certinho/ mas entendi porquê acontece o câncer/”; b) Estudante E: “talvez a gente não grave necessariamente os nomes de cada coisinha que participou/ mas a gente entendendo o todo é muito fácil você retomar lá/ e é só lembrar/ ah! É isso que participa desse processo/ isso participa daquele processo”, e c) Estudante G: “a gente foi tendo que avaliar de acordo com cada coisa/ em relação a ética/ a ciência pra poder criar os questionamentos/”.

Conrado e Nunes-Neto (2018) defendem que as dimensões CPA dos conteúdos na educação científica são objetos adequados para uma educação científica com base na perspectiva da educação CTSA e que podem ser buscados a partir da adoção de estratégias de ensino baseados em QSC, já que as dimensões CPA abrangem o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes essenciais voltados para uma formação mais integral de pessoas enquanto indivíduos efetivamente engajados em participação social.

Em geral, nos currículos escolares e acadêmicos, a maior parte do conteúdo explícito é composto de fatos, conceitos e princípios, o que reforça o viés conceitualista e, por isso mesmo, relega a segundo plano as outras dimensões do conteúdo (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Em oposição a essa perspectiva hegemônica, o princípio de design aqui analisado buscou considerar harmonicamente as diferentes dimensões de conteúdos e articular explicitamente os domínios CTSA. O alcance deste objetivo é evidenciado por falas de estudantes quando enfatizam que, por exemplo, “a gente foi tendo que avaliar de acordo com cada coisa/ em relação a ética/ a ciência pra poder criar os questionamentos/” (estudante G).

Outro aspecto destacado pelos estudantes foi de que eles podem não ter aprendido todos os termos envolvidos na mitose e no desenvolvimento do câncer, mas compreenderam o processo. Consideramos relevante que o ensino, assim como proposto, busque a aprendizagem da biologia de modo articulado com outros

conhecimentos (em que sejam abordados os domínios CTSA), objetivando aprendizagens de procedimentos e atitudes, em proporções equivalentes. Esta perspectiva visa superar, inclusive, um panorama identificado por Carvalho, Nunes-Neto e El-hani (2011) de que há um foco excessivo na memorização de conteúdos conceituais de biologia, ao longo do ensino médio, sendo estimado em mais de 3.300 novos conceitos.

Outro trecho da reunião do grupo focal evidencia a relevância da organização da SD, baseada em QSC, articulada à educação CTSA e organizada por uma perspectiva tridimensional dos conteúdos.

Quadro 6. Recorte 2 do processo interacionista do grupo focal relacionado à expectativa de ensino a do princípio de design 1.

Estudante I: “[...] o fato de a gente ter um programa a ser seguido deixa a discussão com mais propósito e com propriedade/ ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) porque a gente acabava se desviando um pouco do tema e as coisas saem um pouco do controle ((estudante se refere a outras experiências de aulas))/ Nessas aulas que a gente teve aqui ninguém saiu do controle/ ninguém saiu do tema/ [...]/ Então/ essa questão de ter um programa a ser seguido faz toda a diferença// ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)).”

Estudante A: “Outra coisa que eu acho que ajudou também foi a questão de que normalmente a gente aprende/ por exemplo/ na aula de hoje a gente vai aprender esse processo/ na próxima aula a gente vai aprender outra coisa e pronto/ a gente só vê isso uma vez durante toda a unidade/ entende? Mas/ pra essas aulas desses dias **as coisas foram bem interligadas**/ a gente falava de um assunto em uma aula/ na outra a gente retomava o assunto/ na outra a gente via mais coisas/ mas sempre retomando os outros/ então **sempre relacionava e as coisas não ficavam jogadas**/ ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) **ficavam sempre interligadas.**”

Estudante H: “**Tudo amarrado**”.

A sequência de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas que são conhecidas tanto pela professora quanto pelos estudantes, conforme Zabala (1998), é uma característica que organiza o ensino, sendo evidente sua importância pelas falas expostas no quadro acima. Ademais, informações registradas no caderno de campo, contendo diálogos ocorridos em momentos em que não era possível capturar áudios ou imagens, como ao final de encontros de aulas, por exemplo, podem indicar que os estudantes já tiveram experiências de aulas com docentes que trabalham questões sociais nos componentes curriculares, mas tais assuntos eram discutidos de modo desconectado de conteúdos curriculares. Para os estudantes, nesta experiência com as aulas de biologia, as questões ficaram nitidamente interligadas e eles manifestaram ter conseguido compreender as articulações entre a biologia e a sociedade. Nesse sentido, podemos considerar que a organização teórica e metodológica da SD baseada em QSC que elenca objetivos

de aprendizagem CPA foi validada pela comunidade de estudantes que experienciou as ações de ensino articuladas a este princípio de design.

A validação deste princípio relacionado à expectativa de ensino contou com outra via analítica, a seleção, a transcrição e a ACD em episódios de ensino representativos. Deste modo, apresentamos e discutimos abaixo dois episódios de ensino selecionados da segunda aula, a qual versou sobre a multifatorialidade do câncer como tema principal, em que eram debatidos TDC (Apêndice I) sobre a relação entre o câncer e agrotóxicos, obesidade, consumo de carne, estresse e Papiloma Vírus Humano (HPV).

O episódio de ensino 5 “Com esse HPV ela acabou desenvolvendo o câncer”<sup>90</sup> (Quadro 7) apresenta uma discussão na qual um grupo de estudantes explana e debate acerca de relação entre HPV e câncer, numa perspectiva CTSA.

Quadro 7. Episódio de ensino 5: “Com esse HPV ela acabou desenvolvendo o câncer”. Aula sobre multifatorialidade do câncer.

1. Professora: Então/ gente/ quem vai ser o próximo grupo?
2. Estudante A: Ok!/ é/
3. Professora: Vocês podem um interromper o outro/ podem ir falando
4. Estudante A: é/ os nossos textos foram focados no HPV/ que é o papilo/
5. Professora: Papiloma vírus humano/
6. Estudante A: Isso/ então/ tipo/ é/ um dos textos ele **foca na forma como esse vírus é passado de uma pessoa pra outra e tal/** e o outro texto puxa mais em **relação ao gênero/** citando como exemplo Henrietta/ mas vamos por partes
7. Professora: certo/
8. Estudante A: então/ tem esse vírus/ e esse vírus ele pode ser contraído por outra pessoa de forma/ normalmente relacionado ao sexo/ né/ de forma manual manual/ genital genital e oral genital/ então/ certo/ quando a pessoa adquiriu esse vírus/ esse vírus tem o DNA dele e ele coloca o DNA no DNA da célula da pessoa e essa célula começa a produzir ((inaudível))// sim/ fala da **relação desse vírus e o câncer/** tá/ o HPV ele tem várias cepas/ o HPV tem mais de cem cepas/ mas os que são relacionadas ao câncer são treze cepas/ entre esses o HPV ((pausa longa))
9. Professora: 16 e 18
10. Estudante A: isso/ e Henrietta Lacks ela teve/ não lembro
11. Professora: penso que foi o 18
12. Estudante A: e **com esse HPV ela acabou desenvolvendo o câncer do colo de útero/** então/ tipo/ ela tinha relações com o parceiro dela/ o esposo dela/ e ela começou a sentir dores/ porque uma das coisas que o HPV pode fazer são pequenos ferimentos/ certo/ lesões microscópicas/ e às vezes você pode ter HPV/ você pode até nem saber porque nem sempre ele vai se manifestar/ então num dos textos tem dizendo que/ pelo menos noventa por cento dos adultos que tem vida sexualmente ativa tem uma cepa do HPV
13. Professora: Exatamente
14. Estudante B: o artigo também falando sobre Henrietta que isso ((o fato de ela ter contraído o vírus)) era **porque era uma mulher que se envolveu com vários homens/** alguma coisa assim/ e que na verdade **era o marido dela que dormia com outras mulheres fora de casa e levou o vírus pra ela**
15. Estudante C: E **puxando esse assunto de gênero/** percebemos que durante um certo

<sup>90</sup> A ordem numérica dos episódios decorre de sua seleção por aulas/encontros que pode ser verificada no Mapa de Atividades (Apêndice K).

tempo/ é/ **a mulher ela teve um papel um pouco mais pesado/** porque a mulher agora tem uma vida dupla/ ela cuida tanto da família quanto da vida/ do trabalho/ **isso também facilita bastante/ porque ela vive uma rotina muito estressada/ e isso facilita bastante com que ela tenha problemas relacionados a esse tipo de coisa** ((remete à propensão a desenvolver câncer))

Esse episódio de ensino evidencia a articulação nítida que xs estudantes fizeram entre os domínios CTSA, quando relacionam, por exemplo, o vírus HPV, como fator ambiental que pode incidir no desenvolvimento do câncer (domínio A), a saúde humana e questões de gênero envolvidas (domínio S), além de, em outros momentos de aulas serem feitas relações com o domínio T, ao tratar de vacinação e formas de prevenção de Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST).

O turno de fala 15 contém uma evidência de articulação entre a problemática debatida com questões sociais mais amplas, de modo que o estudante indica que questões sociais – neste caso, a desigualdade de gênero, no tocante aos papéis sociais acumulados pela mulher e a carga de estresse que isso gera no corpo – podem ser potenciais para o desenvolvimento do câncer.

Na abordagem CTSA aqui empreendida, o processo de ensino não é um instrumento de controle pelo docente sobre xs estudantes, mas se dá de modo que a busca pelo conhecimento ocorre de forma conjunta e contínua e os conhecimentos e práticas científicas não são vistos de forma inviolável, estando sujeitos a críticas acerca da responsabilidade política dos mesmos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Consideramos que as articulações que foram realizadas entre os domínios CTSA pelos estudantes, que incorreram em análises éticas e políticas de questões sociais, têm relação com esta abordagem de ensino em que xs estudantes receberam subsídios para questionar e criticar, abandonando o estado de subserviência diante da professora e do conhecimento apresentado em sala de aula.

O episódio de ensino a seguir ocorreu após a explanação geral de uma estudante do grupo acerca do TDC sobre as relações entre agrotóxico e câncer. O episódio inicia quando a professora questiona acerca das ações de uma empresa da área do agronegócio.

Quadro 8. Episódio de ensino 6: “O nível de pessoas que tem câncer nesses lugares é muito alto”. Aula sobre multifatorialidade do câncer.

1. Professora: Mas você acha que a Monsanto/ ela ‘tá certa?
2. Estudante A: Não/
3. Professora: Por que?
4. Estudante B: É muito fácil ela dizer que/ o produto dela é legal né/ por que ela vai dizer que é ruim?
5. Estudante C: Se ela quer vender/
6. Estudante D: **e também tem aquela coisa que/ ah mas não tem nenhuma comprovação científica de que os nossos produtos vão causar câncer nas pessoas/ mas tipo são tantas estatísticas que até o próprio texto levanta** que há várias pessoas que tem esse contato ((com os agrotóxicos)) sem ter a proteção/ até pessoas que têm a proteção/ elas têm/ **o nível de pessoas que tem câncer nesses lugares é muito alto/** pessoas que têm 60/ 70 anos a maioria que falou aqui tem câncer/
7. Professora: **imagina/ se tivesse realmente uma comprovação científica ia vir a Monsanto dizendo que não/ que tem outra comprovação científica deles lá**
8. Estudante B: e no caso tem a questão/ que eles falaram da proteção/ não é isso? Mas/ vai além/ realmente essa coisa da pessoa ‘tá em contato com o agrotóxico sem nenhum/ sem nenhum equipamento/ que é **o que acaba acontecendo com muitos pequenos agricultores/ que o texto até menciona/ eles às vezes não têm dinheiro suficiente pra comprar equipamento/ e aí pra poder competir/ poder ter uma renda/ ele ai usar o agrotóxico/ porque se ele não usar ele não vai ter lucro/**
9. Professora: E nem esse tipo de informação chega pra ele também/ né
10. Estudante B: é/ também tem isso
11. Professora: Então pra ele
12. Estudante B: tanto faz// E também não é só a questão da pessoa ‘tá em contato/ **tem a contaminação do ar/ da água/ inclusive dos próprios alimentos/**
13. Professora: Exatamente/
14. Estudante B: que pra gente pode chegar aqui/ como *Estudante E* ‘tava falando/ **talvez você comer um alimento que contém agrotóxicos não vai ser a coisa que vai te causar câncer na hora em comparação/ por exemplo/ às pessoas que estão totalmente em contato/** mas isso somado  
 Professora: ao longa da vida e outras coisas  
 Estudante B: **e muitos outros fatores/ tem uma criança/ nasce/ e já dando veneno a ela desde pequena/ tudo isso também influencia/** não só a pessoa que ‘tá lá diretamente com proteção/ e a gente que não ta mexendo/ não ta com proteção/ mas ta também ingerindo/

Neste episódio, recortado pela iniciação da professora e resposta final da estudante B sobre o tema em discussão, o processo dialógico entre professora e estudantes e estudantes-estudantes acontece em torno das questões amplas que envolvem os domínios ciência, sociedade e ambiente que perpassam o uso de agrotóxicos, em que as relações de poder na produção do conhecimento científico (como nos turnos de fala 6 e 7), a questão da privação de saúde de pequenos agricultores envolvida na opressão de classe (principalmente no turno de fala 8) e as questões ambientais associadas (no turno de fala 12) são apontadas. Tais discursos evidenciam a identificação de práticas sociais hegemônicas e contraditórias, por meio da análise também sobre o papel da ciência no mundo contemporâneo.

Consideramos que os elementos de ensino que propiciaram o debate entre os conhecimentos e práticas científicos com valores e práticas sociais mais amplas, os

quais validam o princípio de design, no que se refere à expectativa aqui analisada foram: 1) as questões orientadoras que visam problematização interdisciplinar dos conteúdos e estão elencadas na SD baseada numa QSC, sendo um elemento procedimental do princípio; 2) a abordagem que preconiza articulação explícita entre os domínios CTSA, de modo que análises éticas e políticas foram propiciadas; e 3) postura questionadora, explicitamente crítica e posicionamento político não neutro da professora nesses momentos de aulas, de modo que xs estudantes precisavam pensar sobre as problemáticas para emitir suas opiniões, na maioria das vezes fundamentadas nos materiais de ensino, como os TDC.

*Expectativa de ensino b) Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico*

Para elucidar o alcance da segunda expectativa de ensino, apresentamos e discutimos três episódios de ensino, analisados por meio da ferramenta analítica sobre o desenvolvimento das capacidades de PC. O primeiro episódio foi selecionado da aula 2, a qual visou discutir sobre a multifatorialidade do câncer. Neste recorte há uma discussão acerca da relação entre estresse e câncer, realizada após a leitura em grupo de um TDC.

Quadro 9. Episódio de ensino 7: “A gente pode relacionar a questão do estresse emocional com a opressão gerada pelo sistema que a gente vive”. Aula sobre multifatorialidade do câncer.

<p>1. Estudante A: Bom/ o texto ele/ busca relacionar estresse e o câncer/ o texto não tem tantos dados estatísticos mas porque é uma área que vem sendo estudado há pouco tempo/ tem uma pergunta aqui/ que acho que é uma pergunta geral/ existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer/ <b>aí a gente pode linkar não só com o agricultor/ mas/ por exemplo/ com o operário/ por exemplo/ a gente ‘tá aqui em Camaçari/ numa cidade/ num país subdesenvolvido/ que tem um pólo/ e esse pólo petroquímico não aparece em países desenvolvidos/ porque esse tipo de poluição ambiental atualmente é deixado mais pra países como o Brasil/ países como Índia/ Rússia/ países emergentes no caso/ então a gente vê além da questão social que a pessoa é obrigada a trabalhar/ é obrigada a estar naquele contexto/ tem a questão ambiental por conta dessa exposição constante/ além de n exposições que tem também/</b> [...]</p> <p>2. Estudante A: <b>A gente pode relacionar a questão do estresse emocional com a opressão gerada pelo sistema que a gente vive né/</b> o sistema socioeconômico que a gente vive/ aí a gente podia elencar vários tipo de opressão aí que/ é/ daria um status a essa questão do estresse/ o texto ele fala que existem estudos avançando sobre como esse <b>estresse agiria quimicamente no corpo humano/</b> aconteceria que <b>existiria uma via de sinalização que faria com que uma célula que não tem mutação suficiente para causar um câncer vá se comunicando com células adjacentes fazendo com que/ é/ essa situação da mutação se alastre e aí pode causar um tumor maligno/ significa que não necessariamente esse estresse causa em si/ mas é um dos fatores que pode ocasionar/</b> porque essa mutação tem/ às vezes já existia/ no caso/ no caso eles fizeram uma pesquisa com um trauma numa mosca/ já existia essa mutação/ e essa mutação foi potencializada pelo estresse/ no caso físico/ da mosca/</p> <p>3. Estudante B: Como estressa uma mosca?</p> <p>4. Estudante C: Dá uma porrada</p> <p>5. Professora: Se botar ela num lugar bem fechado e quente estressa né gente//</p>
---

Neste episódio, especificamente nos turnos de fala 1 e 2, fica evidente o alcance da capacidade de PC, que envolve o reconhecimento de problemáticas sociocientíficas, sendo estabelecidas relações explícitas entre as controvérsias científicas com questões sociais amplas, em diferentes dimensões, tais como: dimensões éticas, sociais, econômicas, ambientais e políticas. O uso de QSC, no ensino de biologia, permite a assunção de posturas sociais, a partir da análise sobre situações controversas contextualizadas que relacionam assuntos científicos com implicações sociais, por meio de múltiplas dimensões, tais como: econômica, política, ética, religiosa e ambiental (TORRES; SOLBES, 2018).

O encontro final da SD foi planejado para que xs estudantes apresentassem as propostas de ASP e realizassem discussões sobre aspectos relacionados ao caso da QSC e para além desta, a partir de questionamentos, pequenos casos e também das questões orientadoras. Contudo, por conta do pouco tempo para a quantidade e itens para o debate, não foi possível discutir todas as questões orientadoras planejadas. No início deste encontro final, a professora propicia um debate ampliado sobre as interconexões entre ciência e ética, especificamente sobre as relações entre ética e o progresso da ciência. Desse debate foi selecionado o seguinte episódio de ensino:

Quadro 10. Episódio de ensino 11: “Tem muitas questões escondidas por trás disso”. Aula sobre interconexões entre ciência e ética.

- |   |
|---|
| <p>1. Professora: então começando o debate/ a gente vai lançar alguns perguntas e gostaria que vocês fossem falando/ pode ir interrompendo/ pode ir falando// e a primeira seria se existe relação entre ciência/ entre o progresso da ciência e ética// O que vocês acham?</p> <p>2. Vários estudantes: sim//</p> <p>3. Professora: foi uma coisa que a outra turma falou/ sim/ essa é a resposta pra pergunta/ tchau/ ((estudantes riem))/ sim/ justifiquem</p> <p>4. Estudante A: tipo/ é/ é só a gente <b>ver o casos que a gente viu aqui na aula/</b> e até um que a gente viu no meu grupo/ de um caso que tem tipo um procedimento que eles vão tirar a cabeça de uma pessoa e botar na outra/ a gente tem que quando ver essas coisas parar pra pensar que <b>tem muitas questões escondidas por trás disso/</b> ((inaudível)) <b>e até a própria questão dos genes selecionados/ tipo você poder saber se a pessoa vai ter doenças ou não antes de ela nascer/</b></p> <p>5. Professora: Abre precedentes/</p> <p>6. Estudante A: isso/</p> <p>7. Professora: pra uma escolha/ uma seleção</p> <p>8. Estudante A: isso/ isso<br/>((estudante levanta a mão))</p> <p>9. Estudante B: <b>Na verdade/ eu vejo essa pergunta de outra forma/ eu vejo qual seria o preço do progresso/ e aí eu encontro a ética como valor a ser pago pelo progresso/</b></p> <p>10. Professora: explica um pouco melhor/ qual que tu acha que é o valor do progresso?</p> <p>11. Estudante B: A ética/ por exemplo/ a maioria das coisas que nós temos hoje de tecnologia avançada o preço dela foi a guerra e a guerra como todo mundo sabe é a morte de muitas pessoas/ então no momento que você/ no contexto daquele/ mesmo você avançando/ sua ética/ normalmente você mata uma pessoa/ uma vida ali/ então ta se pagando pela/ então eu acho que o valor do progresso e a ética/</p> <p>12. Professora: Interessante essa tua visão//</p> |
|---|



Nesse episódio, todo o processo dialógico, com destaque para os turnos 9, 10, 11 e 12, evidencia o alcance da capacidade de PC referente à manifestação de uma postura dialógica, em que há tanto respeito por ideias divergentes quanto abertura para propor e considerar razões alternativas. O questionamento – capacidade envolvida no desenvolvimento do PC – permite melhores escolhas e a identificação de falácias do mercado, da política e dos meios de comunicação (TORRES; SOLBES, 2018).

Além disso, principalmente nos turnos de fala 4 e 9, pode ser identificado o alcance da capacidade de PC no que se refere à manifestação de uma postura questionadora, que não se limita a discursos dominantes, a exemplo do seguinte trecho do turno 4: “tem muitas questões escondidas por trás disso/ ((inaudível)) e até a própria questão dos genes selecionados/ tipo você poder saber se a pessoa vai ter doenças ou não antes de ela nascer/”. Este é um aspecto muito importante que caracteriza o alcance da capacidade de PC, no entanto, consideramos que, no processo de ensino, seria importante estimular uma discussão que visasse o reconhecimento de posturas alternativas pela ciência, destacando aspectos positivos, do ponto de vista ético, da prática científica de muitos grupos de cientistas, o que permitiria alcançar completamente esta capacidade de PC. Desse modo, a avaliação realizada pela professora no turno 12 poderia ser substituída por um prosseguimento para gerar o debate sobre uma visão crítica e, portanto, equilibrada da ciência<sup>91</sup>, de modo a questionar o que poderia ser feito alternativamente para que os valores, discursos, práticas e conhecimentos da ciência possam avançar em direção a maior justiça social e ambiental, visando a não-violência em qualquer âmbito.

O PC analisa a profundidade das coisas, de maneira que exhibe as ações do ser humano, visando, assim, fugir das limitações construídas, por meio de um pensamento libertador para a vida individual e coletiva, de modo que o PC não se

---

<sup>91</sup> O exame crítico sobre as práticas científicas e tecnológicas não deve ser interpretado, nesta pesquisa, como uma visão restritamente negativa de tais práticas. Embora o termo “crítico” possa conotar, ao menos no senso comum, um olhar negativo ao objeto de análise, temos compreendido a crítica em seu sentido amplo, como um ramo do racionalismo, associado à apreciação, avaliação e análise sobre determinado objeto. Nesta pesquisa, explicitamos, como opção política, práticas científicas que são problemáticas do ponto de vista ético, mas não propomos com isso uma visão negativa da ciência que possa incorrer em atitudes anti-científicas, já que entendemos que a visão crítica é, *per sí*, uma visão equilibrada, que evita ingenuidade sobre as relações de poder existentes na produção e divulgação do conhecimento científico e que, ao mesmo tempo, aprecia a relevância da ciência como patrimônio da humanidade.

conforma com os discursos estabelecidos, mas busca identificar as contradições e se permite propor possíveis alternativas (TORRES; SOLBES, 2018).

Ainda na aula 4, ao tratar sobre questões relativas à ética, medicina, doenças e sociedade, inicia-se um debate acerca das relações entre ciência e outras culturas. Este debate consta no episódio recortado abaixo:

Quadro 11. Episódio de ensino 12: “O meio científico tende a se achar superior”. Aula sobre interconexões entre ciência e ética.

1. Estudante A: No caso/ o problema dessa situação/ é que/ acho que até como ele mesmo mencionou/ geralmente/ **o meio científico tende a se achar superior a todos os outros meios/** e ele é o meio certo e acabou/ **e isso gera uma violência/ em relação a todas as outras coisas/** porque eles acham que ‘tão certos/ tem que fazer assim e acabou/ vamo fazer isso/ **e aí você não ‘tá tendo esse balanço que a professora falou que deveria ter/ não a cultura superior a tudo/** porque tem/ a cultura por exemplo do Brasil que tem muitas coisas que né/ pelo amor de deus/ mas também/ **não a ciência ser superior a tudo/ então a gente tem que arranjar esse/ meio termo da situação/** mas e também o que acontece é que a ciência muitas vezes se apropria dessa própria cultura/ chamando de ciência/  
 2. Professora: Sim/  
 3. Estudante A: Na verdade a cultura que desenvolveu tudo aquilo antes/ teve/ como ele falou também/ passando de gerações em gerações/ e aí ciência vai lá/ se apropria daquilo e fala como se fosse ele/ como se fosse certo/ não dá o crédito também pra ver que tem outras formas de se resolver situações/  
 ((estudante levanta a mão))  
 4. Professora: Pode falar  
 5. Estudante B: ‘Tá/ alguns questões que foram abordadas/ a gente tem que ver que essa questão também de não/ permitir a cultura alheia acontece com povos que foram historicamente  
 6. Professora: **alterizados**  
 7. Estudante B: alterizados/ **isso acontece no Brasil/ África/ alguns países da Ásia e do Oriente Médio/ agora vamos pra uma cultura europeia/ mais centralizado e tudo mais/ e vemos que essas partes religiosas e muito mais tradicionais são respeitadas/** ainda assim entre os limites da ciência e os limites que eles crêem/ então/ é// é/ por exemplo/ uma pessoa que cultua o sábado e diz que não pode trabalhar/ ela vai ser respeitada/ mas/ por exemplo/ se tem uma pessoa de cultura de matriz africana/ e tem um dia na semana específico que ela não pode fazer nada/ então aquilo vai ser completamente ignorado/ ainda mais se ela precisar de um tratamento público/ então são várias questões que precisam ser levadas/ e a gente ‘tá ignorando uma parte que é essencial da pessoa/ que é a religião/ torna aquilo parte do que ela é/ mas ao mesmo tempo ela precisa daquele tratamento pra sobreviver/ então tem que ser balanceado/ não dá pra ser/ generalizado//

Este episódio de ensino, recortado pela iniciação da estudante A e resposta final da estudante B, evidencia o alcance da capacidade de PC no que se refere à manifestação de ideias coerentes com uma compreensão equilibrada e crítica da ciência, reconhecendo-a como atividade humana que envolve múltiplas relações com tecnologia, sociedade e ambiente, nas quais estão presentes relações desiguais de poder. O turno de fala 1 evidencia esta constatação, ao passo que a compreensão sobre a ciência está associada também com uma visão equilibrada sobre a mesma, como foi dito pela estudante A: “a gente tem que arranjar esse/

meio termo da situação”, evidenciando que esta compreensão tem relação com aspectos relativos ao ensino, conforme trecho do mesmo turno de fala: “e aí você não ‘tá tendo esse balanço que a professora falou que deveria ter/ não a cultura superior a tudo/ [...] mas também/ não a ciência ser superior a tudo/”. Nesse sentido, temos elementos empíricos para evidenciar que as QSC permitem que os estudantes reconheçam criticamente a Natureza da Ciência e desenvolvam habilidades relacionadas ao PC (CONRADO; CONRADO, 2016; SOLBES, 2013).

O episódio de ensino 12 também apresenta uma evidência acerca do alcance de outra capacidade de PC, o reconhecimento da relevância de tomar posições diante de questões sociocientíficas, manifestando atitude contrária a discursos e/ou práticas conformistas frente aos discursos dominantes. Para indicar o alcance desta capacidade, destacamos o turno de fala 7, no qual a estudante B pontua: **“alterizados/ isso acontece no Brasil/ África/ alguns países da Ásia e do Oriente Médio/ agora vamos pra uma cultura europeia/ mais centralizado e tudo mais/ e vemos que essas partes religiosas e muito mais tradicionais são respeitadas/ ainda assim entre os limites da ciência e os limites que eles crêem/ então/ é// é/ por exemplo/ uma pessoa que cultua o sábado e diz que não pode trabalhar/ ela vai ser respeitada/ mas/ por exemplo/ se tem uma pessoa de cultura de matriz africana/ e tem um dia na semana específico que ela não pode fazer nada/ então aquilo vai ser completamente ignorado/ ainda mais se ela precisar de um tratamento público/ então são várias questões que precisam ser levadas/ e a gente ‘tá ignorando uma parte que é essencial da pessoa/ que é a religião/ torna aquilo parte do que ela é/ mas ao mesmo tempo ela precisa daquele tratamento pra sobreviver/ então tem que ser balanceado/ não dá pra ser/ generalizado//”**.

Dado que um posicionamento crítico tem a ver com assumir e informar uma posição crítica sobre algum assunto, destacamos esse turno, pois é possível identificar que a estudante apresentou em seu discurso uma problemática, fez comparações para justificar sua posição no argumento, assumiu que a situação envolve relações desiguais de poder e informou sua posição ao mencionar que o enfoque em tais casos em discussão **“tem que ser balanceado/ não dá pra ser/ generalizado”**.

O trecho abaixo, extraído do recorte do processo interacionista do grupo focal que fora exposto no quadro 5, contém a fala do estudante G, a qual indica que o uso do caso da QSC durante a SD incitou a avaliação de cada elemento, em termos de

análise ética e questões sobre ciência, que são potenciais para gerar a capacidade de PC supracitada.

“Estudante G: Sim/ até mesmo logo na apresentação do caso/ no final tem/ ele fala que é um caso de gênero/ violência/ é/ esqueci direito/ mas é relacionado ao social e durante o texto ele fala/ expõe todas as questões da ciência mesmo/ Não só nesse início/ mas no decorrer da sequência/ a gente foi **tendo que avaliar de acordo com cada coisa**/ em relação a ética/ a ciência pra poder criar os questionamentos/”. A avaliação que o estudante se refere neste turno indica um reconhecimento da importância de posicionamento sobre QSC.

Dada a perspectiva integrativa da SD, destacamos que a análise acerca do alcance da capacidade de PC relacionada à avaliação e julgamentos éticos sobre o caso da QSC, e a busca pelo posicionamento de modo fundamentado nas principais correntes em filosofia moral acerca de problemáticas relacionadas, foi discutida com vagar na subseção do princípio de design 2) Ensino explícito de ética, em que elencamos evidências do alcance da expectativa de ensino de promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições.

De modo geral, o conjunto de evidências aqui discutido permite indicar que os elementos de ensino apostados e testados empiricamente foram potenciais para o alcance das capacidades de PC elencadas na ferramenta analítica, que fora elaborada para o âmbito do ensino de biologia via QSC. Estes elementos de ensino podem ser sintetizados em duas características principais: 1) abordagem sobre situações controversas contextualizadas que relacionam assuntos científicos com implicações sociais; 2) planejamento de ensino que visa promoção de debate ampliado, por meio do uso de questionamentos, pequenos casos e questões orientadoras ligadas à QSC e para além desta. Consideramos, ademais, que as capacidades de PC alcançadas, embora não sejam suficientes de modo isolado para uma postura crítica - já que entendemos que criticidade tem relação com o modo como se percebe e intervém na realidade e no *status quo* – são potenciais quando combinadas para favorecer tal postura.

*Expectativa de ensino c) Orientar a análise pelos estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral*

Para analisar a terceira expectativa de ensino, relacionada ao princípio de design que aposta no uso didático do caso de Henrietta Lacks, numa QSC, utilizamos um recorte do processo interacionista do grupo focal e a seleção de quatro episódios de ensino. Abaixo apresentamos um diálogo realizado no grupo focal e discutimos as evidências do alcance desta expectativa de ensino.

Quadro 12. Recorte do processo interacionista do grupo focal para responder a expectativa c do princípio de design 1.

Estudante B: [...] foi o que a gente discutiu ontem pelo *Skype*/ sobre o bem maior/ porque o caso de Henrietta Lacks/ foi anti-ético/ a gente considerou anti-ético/ porém o que os cientistas estavam fazendo querendo ou não/ foi pra um bem maior/ não que ele estivesse interessado no bem maior/ ((inaudível)) eles tavam com desejo egoísta de só buscar o lucro ali/ ele não estavam pensando que a galera ia melhorar/ o que ele queria era o lucro/ tanto que ele não pega/ pegava assim sem a ciência das pessoas/ justamente// descobriu e o pessoal não teve nem direito// **É bem interessante o caso dela porque a gente trabalha essa questão de ética, até onde a ética, até quando, qual o preço do progresso/**

Estudante A: E tipo/ **é um ótimo ponta pé/** já que o assunto era câncer e mitose e tal/ então já deu pra gente começar o **assunto contextualizando/**

Estudante H: O caso dela traz **todos os aspectos/** tipo envolve o câncer/ ética/ tudo junto já no caso/

Estudante G: **E pega já todas as formas de opressão que a gente viu/** ((inaudível)) **Fala de racismo/ opressão de classe e de gênero/**

Estudante D: Uma coisa interessante é esse negócio do preço do **progresso porque querendo ou não a pesquisa salvou milhares de vidas/** só que o ato em si/ ele não foi um ato/ digamos que/ seria **eticamente/**

Estudante F: Aí a gente teria que ver o que era ético e o que era moral/

Estudante I: O que eu achei importante é que faz **refletir sobre as formas de racismo/** que a gente sempre vê o racismo de uma maneira muito 'preto no branco'/ muito/ **como se fosse só violência física ou verbal/ mas existem muitas formas de violência e aí o caso revela isso/**

[...]

Estudante I: A gente estudou sobre ética/ mas a gente viu na disciplina de filosofia/ ((inaudível)) Quando a gente vai falar disso no contexto filosófico/ é muito complexo inclusive pra você entender/ mas quando vai relacionar isso com/ **não sei dizer se é porque tava na aula de biologia/ ou a forma como foi mostrado aqui/ ficou muito mais claro/ mais didático/ pra entender/ Porque se a gente for só focar na questão dos conceitos de ética e de moral/ a gente não consegue entender muita coisa/ Mas quando relaciona com algum caso/ como o caso de Henrietta/ com as discussões que a gente vem tendo/ acho que é mais fácil de entender.**

Estudante A: É porque/ tipo/ como o *Estudante H* veio falando/ os filósofos e as pessoas que pensam as coisas e etc/ eles falam/ mas eles falam normalmente pensando em alguma coisa que tem na mente deles/ então a gente não consegue saber o que tem na mente deles/ entende? A gente não consegue visualizar a situação exata da qual aquele cara tava pensando pra poder relacionar a situação como que ele disse/ e aí entender a coisa/ Só que quando a gente tem uma **situação concreta de coisas que aconteceram** e uma ideia/ dá pra a gente relacionar as duas e a partir daí entender/

As informações deste processo interacionista evidenciam que a organização de SD baseada no caso da QSC favorece a análise pelos estudantes de situações

concretas que envolvem alterações negativas, enquanto um problema ético de desconsideração moral que gera opressão. Alguns trechos demonstram mais potencialmente essa constatação, tais como: a) “Estudante H: “O caso dela traz todos os aspectos/ tipo envolve o câncer/ ética/ tudo junto já no caso/”; b) Estudante G: “E pega já todas as formas de opressão que a gente viu/ ((inaudível)) Fala de racismo/ opressão de classe e de gênero/”; e c) Estudante I: “O que eu achei importante é que faz refletir sobre as formas de racismo/ [...] como se fosse só violência física ou verbal/ mas existem muitas formas de violência e aí o caso revela isso/”.

Utilizamos e validamos essa expectativa de ensino por considerarmos que tanto o estudo da história das justificativas científicas da alteração, marginalização e subjugação de grupos e indivíduos humanos no passado e no presente, como o uso de outras aproximações filosóficas ou sociológicas ao problema da alteração, podem ter papel importante na formação de estudantes (ARTEAGA *et al.*, 2005) de modo que a análise de situações concretas que envolvem processos de alteração no ensino de biologia, como realizada neste estudo, pode ser potencial para situar os estudantes de modo mais reflexivo nas relações de poder nas quais suas próprias vidas podem estar inseridas.

Ainda na análise desta expectativa de ensino, apresentamos e discutimos o episódio de ensino 1, intitulado “De um lado negros, de outro brancos”, que foi selecionado por interações discursivas que ocorreram na primeira aula, na análise do caso da QSC, em que há discussão sobre processos de alteração negativas, por meio das duas primeiras questões orientadoras. Os temas centrais desta aula foram: segregação racial e social, relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso. Após a finalização da explicação sobre o caso de Henrietta Lacks, por meio da leitura colaborativa do caso da QSC, este episódio é iniciado, com a exposição pela professora das questões nos *slides*, suscitando as discussões.

Quadro 13. Episódio de ensino 1: “De um lado negros, de outro brancos”. Aula sobre segregação racial e social no contexto do caso da QSC.

<p>1. Professora: E essas a gente vai dar uma conversada agora/ que é/ ((professora lê slide)) o hospital que atendeu Henrietta era único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros/ ainda que os separasse em enfermarias para gente de cor/ <b>o que você pensa a respeito dessa separação?</b> e/ sobre a fala/ o Hospital Hopkins com sua grande população negra indigente/ não tinha escassez de material clínico/ <b>quais as possíveis relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso?</b> então/ <b>o que</b></p>
---

**que vocês acham do caso? da situação que aconteceu com ela e dessas perguntas também trazendo um pouco até pro nosso hoje em dia/ enfim/**

2. Estudante A: Então/ esses casos assim de racismo/ eles são comuns até mesmo hoje em dia/ como por exemplo/ **é/ nesse hospital/ as pessoas/ elas eram separadas por questão de cor/ então de um lado negros/ de outro brancos/ ((inaudível)) os brancos tem aquela coisa de que/ ah eu não vou me rebaixar ao ponto de ficar num mesmo local que um negro/ mas é bem comum que a gente vê várias notícias por aí de casos que acontecem em aviões/ que sempre tem aquela pessoa daquela classe e tem uma outra pessoa negra que senta do lado/ ou até mesmo no mesmo setor e aí começa aquela discriminação não só pelos passageiros/ como pelos próprios funcionários da companhia aérea/**

3. Professora: Exatamente//

4. Estudante A: E/

5. Professora: E acontece ainda/ então/ né/

6. Estudante B: Sobre a segunda questão/ no caso/ **é/ fala que/ usava/ não tinha consentimento das pessoas pra usar seus tecidos na/ em experimentos e etc/**

7. Professora: Sim/

8. Estudante B: **Era como se não considerasse essas pessoas como pessoas/ como se elas fossem animais praticamente/ que cê podia recolher lá o material/ não tava entendendo nada que tava acontecendo e não precisava explicar nada pra ela//**

9. Professora: Nem sabia/ né/ que pegou/ Ela/ por exemplo/ nem sabia/

10. Estudante B: Justamente/ **É como se fossem realmente animais/ que tivesse recolhendo material/ em um animal/ por exemplo/ não entende do que se trata e você não vai chegar e ficar explicando pro animal o que aconteceu/ tava tratando essa pessoa dessa mesma forma/**

11. Professora: Exatamente/

12. Estudante C: **Eu acho que essa questão de você retirar o material da pessoa sem avisar/ acho que nem é tanto por ela não entender/ porque você pode explicar pra ela/ eu posso tirar isso de você/ pra fazer pesquisa/ pra ajudar a ciência/ eu acho que não teria problema/ eu acho que não é/ o medo dos pesquisadores de isso se dar com algo bom/ que foi o que aconteceu com o caso das células dela/ e acabar exigindo/ **é/ dinheiro/ algo que a família queira/ ajuda/ e eles não querem ter esse vínculo com a família/ em especial/****

13. Estudante D: E a divulgação também do nome/ né

14. Professora: Isso/

15. Estudante D: por exemplo, se fosse haver uma divulgação e essa descoberta/ **e fosse colocar no nome de uma mulher/ negra//**

16. Professora: É. **Negra e pobre/ né?**

17. Estudante D: Absurdo isso/ não pode/ então/ já apaga o nome dela e finge que nada aconteceu// ((ironia))

18. Professora: Exato/ alguém quer falar mais alguma coisa/ gente? Pode falar/ ((entonação de prosseguimento))

19. Estudante E: Tipo/ esse caso aconteceu nos Estados Unidos e lá eles têm/ **é/ o racismo obviamente diferente daqui/((inaudível)) por exemplo/ lá eles são mais separatistas/ só negros de um lado e brancos de outro/ não/ aqui aconteceu a miscigenação/ então os casos ocorrem de maneiras um pouco mais conflituosas/ e mesmo assim a gente consegue correlacionar a outras coisas que acontecem/ mas existe bem essa questão de não querer que a imagem do negro seja vinculada a um hospital ((inaudível)) hospital que seja mais influenciador ((inaudível)).**

20. Professora: Exatamente/

Esse episódio de ensino é representativo de como a abordagem do caso da QSC e o uso das questões orientadoras foram potenciais para que xs estudantes realizassem a análise de situações concretas que envolvem processos de alterização negativas. Os turnos de fala 2 e 19 evidenciam essa constatação, já que, após as questões realizadas pela professora, os estudante A e E, respectivamente, realizam uma associação da segregação racial em que Henrietta e demais pacientes

estiveram submetidas na época do caso com situações atuais de racismo. No turno 2 destacamos esse reconhecimento por meio deste trecho: “esses casos assim de racismo/ eles são comuns até mesmo hoje em dia/ como por exemplo/ é/ nesse hospital/ as pessoas/ elas eram separadas por questão de cor/ então de um lado negros/ de outro brancos/ ((inaudível)) [...] mas é bem comum que a gente vê várias notícias por aí de casos que acontecem em aviões/ que sempre tem aquela pessoa daquela classe e tem uma outra pessoa negra que senta do lado/ ou até mesmo no mesmo setor e aí começa aquela discriminação não só pelos passageiros/ como pelos próprios funcionários da companhia aérea!”. O Estudante E aponta a problemática no seguinte trecho do turno de fala 19: “Tipo/ esse caso aconteceu nos Estados Unidos e lá eles têm/ é/ o racismo obviamente diferente daqui/((inaudível)) por exemplo/ lá eles são mais separatistas/ só negros de um lado e brancos de outro/ não/ aqui aconteceu a miscigenação/ então os casos ocorrem de maneiras um pouco mais conflituosas/ e mesmo assim a gente consegue correlacionar a outras coisas que acontecem/ [...]”.

No turno de fala 8, a estudante B menciona: “Era como se não considerasse essas pessoas como pessoas/ como se elas fossem animais praticamente/ que eu podia recolher lá o material/ não tava entendendo nada que tava acontecendo e não precisava explicar nada pra ela!”. Este turno traz dois elementos importantes sobre análise de processos de alterização negativa relacionados ao caso, a saber:

1) **A análise do processo alterizador no que se refere à animalização da pessoa negra**, aspecto que poderia ter sido melhor explorado no processo de ensino, já que discutir questões éticas e políticas da desumanização da pessoa negra pode ser potencial para o reconhecimento de elementos opressivos que foram historicamente naturalizados por diferentes sistemas de dominação, que atuavam/atuam nos campos mentais, psicológicos e subjetivos da pessoa negra. O processo de desumanização da pessoa negra está ligado à exploração colonial, que é uma história de opressão *per se*, em que a Europa multiplicou as divisões, as oposições, forjou classes e racismos e buscou por todos os meios implementar a estratificação das sociedades colonizadas (FANON, 1968). Neste processo, o objetivo era rebaixar as pessoas colonizadas ao nível do macaco superior para justificar que o colono as trate como bestas de carga, de modo que a violência colonial não tem somente o objetivo de garantir a submissão das pessoas, mas fomentar a desumanização. Para desumanizá-las e animalizá-las tudo era retirado,



desde sua cultura (como seu idioma e modos de ser, por exemplo), sua força física (pelo excesso de trabalho imposto e desnutrição) até sua autonomia para tomar decisões, estando essas pessoas na zona do não-ser, por meio da violência simbólica ou física (FANON, 1968).

Além desses aspectos supracitados, um elemento importante que poderia ter sido explorado seria a forma como a medicina fez parte do sistema de opressões, de modo que, como pontuou Fanon (1968), esta era uma ciência despolitizada, a serviço de determinados grupos sociais e às vezes inexistente nas colônias. Para o contexto do caso em estudo, a primeira metade do século XX, em que a segregação racial tinha aparato legal, nos Estados Unidos, há um marco de diferentes formas de desumanização da pessoa negra, tais como: histerectomias injustificáveis (SKLOOT, 2011) e esterilização cirúrgica (DAVIS, 2016), realizadas em mulheres negras e pobres, estudo experimental realizado em Tuskegee em que pessoas negras doentes de sífilis morreram pelo não oferecimento de antibióticos (GAMBLE, 1997), pessoas negras sequestradas por hospitais para pesquisa (SKLOOT, 2011; LEYSER, 2012).

2) Por outro lado, de um ótica não-antropocêntrica, podemos considerar também nesse episódio **a negação da consideração moral de animais não-humanos**, quando a estudante menciona “como se elas fossem animais praticamente”, o que pode implicar numa ideia de que as pessoas estão autorizadas a utilizar corpos de animais não-humanos para pesquisas sem qualquer critério moral, o que segue nos turnos seguintes – turnos de fala 9, 10 e 11, sendo que a professora concordou com a perspectiva informada. Embora possam existir pesquisas com animais não-humanos que não incorram em qualquer tipo de sofrimento e talvez tenha sido essa a perspectiva da estudante, consideramos que, ao tratar de alterizações negativas, o processo de ensino perdeu a oportunidade de promover uma discussão sobre o uso de animais não-humanos pela ciência, que permitisse problematizar valores, discursos e práticas especistas. Embora em outros momentos da SD, como na aula 3, tenha sido abordado explicitamente o problema moral do especismo enquanto um tipo de discriminação arbitrária daqueles que não pertencem a uma determinada espécie, do qual decorrem diferentes tipos de subjugação e sofrimento (SINGER, 2004; ADAMS, 2012), este seria um momento adequado para iniciar uma reflexão sobre essa forma de alterização.

Nessa perspectiva, podemos concluir, pela ACD aqui realizada, que o discurso presente no turno de fala 8 apresenta tanto características de resistência ao denunciar valores, discursos e práticas questionáveis do ponto de vista ético – no que se refere à animalização da pessoa negra – quanto sustentou estratégias discursivas hegemônicas – ao não desconstruir uma lógica especista do tratamento de animais pela ciência.

A discussão ocorrida entre os turnos 12 e 16, iniciada pela estudante C, mostra a importante relação feita com aspectos de alterização negativa ligados à classe social, gênero e raça, quando, por exemplo a estudante C menciona que “[...] o medo dos pesquisadores de isso se dar com algo bom/ que foi o que aconteceu com o caso das células dela/ e acabar exigindo/ é/ dinheiro/ algo que a família queira/ ajuda/ e eles não querem ter esse vínculo com a família/ em especial/”, a estudante D comenta: “[...]se fosse haver uma divulgação e essa descoberta/ e fosse colocar no nome de uma mulher/ negra/”, quando a professora complementa: “Negra e pobre/ né?” e, por fim, a estudante D ironiza sobre a prática científica em análise: “Absurdo isso/ não pode/ então/ já apaga o nome dela e finge que nada aconteceu”. Para Freire, não é suficiente mostrar para xs estudantes que a ciência está presente na vida diária, sendo necessário elucidar acerca da contradição desta presença na sociedade (SANTOS, 2008).

Ainda na aula 1, na continuação do debate sobre as questões orientadoras iniciais que versam sobre os aspectos alterizadores presentes no caso de Henrietta Lacks, selecionamos o episódio abaixo.

Quadro 14. Episódio de ensino 2: “Tanto pra negro quanto pra branco essa lei?”. Aula sobre segregação racial e social no contexto do caso da QSC.

1. Professora: E a questão própria da utilização do corpo/ né/ assim/ é/ poxa/ mesmo que fosse pro bem da ciência/ vocês acham que essa/ esse uso realmente/ podia ser utilizado o corpo dela? Não importa pro que fosse né/ eu acho que a pessoa/ enfim/ a pessoa/ ela/ é importante ela/ ela pelo menos saber/ né/ Só que infelizmente/ nesse época/ esse caso aconteceu em 1920<sup>92</sup>/ a lei/ ela/ não precisava ter o consentimento/ na época/ era livre isso/ isso que é o grande problema que a gente até vai ver um pouquinho mais a frente/ então/ infelizmente/ eles não tava infringindo nenhuma lei/ tava infringindo eticamente/ né/ mas não lei/ eticamente/ moralmente/ né/ realmente estavam/ e a outra coisa que eu acho importante a gente comentar/ do negócio da/ que o hospital a quilômetros/ né/ que fala/ **o único num raio de muitos quilômetros/ ou seja/ existiam outros hospitais/ apenas um ((professora é enfática e gesticula o número um com o dedo)) é que aceitava negros e quando aceitavam era segregado/** Então isso é algo muito complicado de/ porque assim mesmo que/ de se pensar/ da gente ficar refletindo mesmo assim/ Alguém tem mais alguma coisa/ falar mais alguma coisa? ((entonação de prosseguimento))

2. Estudante F: Eu tenho uma pergunta/ no caso/ essa lei que eles tinham que não precisava ter permissão da pessoa pra//

3. Professora: É que não tinha lei que não podia/ entendeu? Era livre/

4. Estudante F: **Tanto pra negro quanto pra branco essa lei?**

5. Professora: Sim/ exatamente/ **Só que/ infelizmente/ o que acabava acontecendo?**

6. Estudante F: Era mais pra negro/

7. Professora: **Era mais pra negros e pessoas mais humildes/** Infelizmente/ Mas/ não tinha uma lei que dizia assim/ não pode/ Hoje em dia tem que ter o consentimento para coisas desse tipo/

A iniciação da professora neste episódio visou comentar acerca da questão do uso do corpo pela ciência e da segregação em relação ao hospital que atendeu Henrietta. Em seguida, o estudante questiona se o processo alterizador (do uso não consentido de tecidos do corpo pela ciência) era tanto para brancos quanto para negros. Então, seguem os turnos de fala mais representativos: “4. Estudante F: Tanto pra negro quanto pra branco essa lei?; 5. Professora: Sim/ exatamente/ Só que/ infelizmente/ o que acabava acontecendo?; 6. Estudante F: Era mais pra negro/; 7. Professora: Era mais pra negros e pessoas mais humildes”.

Este episódio nos indica que a abordagem de ensino foi potencial para gerar o tipo de questionamento feito pelo Estudante F, que se relaciona à expectativa de ensino apostada. O turno de fala 5 contém um questionamento para que os estudantes percebam que, mesmo que a lei fosse geral, o processo alterizador incidia nas pessoas negras. O processo de ensino baseado em QSC que empreendemos visou superar uma relação passiva e receptora do estudante em relação às informações fornecidas pelo docente por uma relação em que ambos

<sup>92</sup> No turno de fala 1, a professora menciona o ano de 1920 como sendo o período em que aconteceu o caso de Henrietta, porém o caso ocorreu em 1950, embora tenham ocorrido outros casos de uso de células do colo do útero de mulheres sem conhecimento e consentimento desde essa data, neste contexto. Contudo, o objetivo de debate acerca das alterações negativas, nesta aula, não foi comprometido por conta desse equívoco.

constroem ativamente seus conhecimentos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Assim, a professora atuou como uma mediadora crítica, que orienta e facilita a aprendizagem, além de fornecer apoio emocional e teórico, a partir de atividades de reflexão sobre as informações (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Ao discutir sobre movimentos sociais e o movimento negro, na primeira aula, a professora objetivou diferenciar raça biológica de raça social, o que segue no seguinte episódio.

Quadro 15. Episódio de ensino 4: “É perigoso você dizer que socialmente não existe raça”. Aula sobre segregação racial e social no contexto do caso da QSC.

<p>1. Professora: <b>é importante a gente falar sobre a diferença de raça biológica e raça social/ raça biológica não existe/ então geneticamente não existe diferença entre uma pessoa negra e uma pessoa branca/ todos somos <i>Homo sapiens</i>/ todos somos da mesma espécie/ então não tem a diferença de raça/ não tem um conjunto de genes que consegue agrupar negros e consegue agrupar/ biologicamente não existe isso/ mas existe a raça social/ que a gente sabe/ por causa que se não não existiria o racismo/ então raça social/ raça cultural existe/ e a própria ciências sociais que veio com esse conceito de raça/ ela criou um conceito/ e esse conceito por incrível que pareça/ ele é muito importante que ele se mantenha/ Por que isso? Por que é importante manter o conceito de raça das ciências sociais? ((pausa)) O que vocês acham? Por que é importante? ((silêncio)) Porque não existe/ biologicamente/ conceitualmente/ não existe raça/ mas por que que é importante manter raça social?</b></p> <p>2. Estudante A: <b>Então/ é perigoso você dizer que socialmente não existe raça porque você nega o prerrogativo do racismo/ então quando você fala raça não existe então não existe o racismo ((muitxs estudantes concordam positivamente com a cabeça))/ mas acontece que não é um conceito/ não é/ não é unânime entre as pessoas/ tem gente que acredita que raça biológica existe/ então por isso que você precisa desse conceito social pra discutir esses fenômenos que acontecem e tentar arrumar uma solução pra isso/ ((inaudível))</b></p> <p>3. Professora: <b>Perfeito/ muito bom/ isso mesmo/ então a raça/ é importante que se continue com esse conceito social e cultural como o Estudante A falou/ se não não existe/ se a gente pensar ah todo mundo é igual/ se todo mundo é igual não existe racismo/ mas é igual? Igual vocês falaram sobre o caso do avião/ não é igual/ existe preconceito/ existe racismo infelizmente ainda/ então o conceito ele é bastante importante/</b></p>
---

Este episódio de ensino, especialmente pelos trechos de falas destacadas, evidencia a relevância de tratar o problema ético do racismo também pela via da discussão conceitual sobre raça. Ainda que não tenha havido um aprofundamento da temática, consideramos que há reconhecimento pelxs estudantes de que o conceito social de raça é importante para que sejam realizadas ações de combate ao racismo. A mobilização dessa interpretação de raça como construção social, e não como conceito classificatório de grupos biológicos, tem sido apontada como positiva para o tratamento das questões étnico-raciais no contexto do ensino de ciências e biologia (VERRANGIA; SILVIA, 2010; DIAS *et al.*, 2014; VERRANGIA, 2016), concernentes com a ações pretendidas pela lei 10.639/2003. Ademais, está presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino da História e Cultura Afro-Brasileira e Africana a

compreensão de raça como uma construção social forjada nas tensas relações entre pessoas brancas e negras, muitas vezes simuladas como harmoniosas, nada tendo a ver com o conceito biológico de raça cunhado no século XVIII e hoje sobejamente superado (BRASIL, 2004).

Para finalizar o conjunto de evidências acerca da validade desta expectativa de ensino, ligada ao princípio de design em análise, discutimos acerca do episódio 10, selecionado da aula 3, que, por meio de exposição dialogada, tratou principalmente dos temas ética e alterização negativa. Após a explicação sobre a alterização, enquanto fenômeno comum da produção cultural de outros, que pode ser positiva, negativa ou neutra (ARTEAGA *et al.*, 2015), a professora solicita exemplos de alterização negativa, conforme recorte abaixo.

Quadro 16. Episódio de ensino 10: “Alterização que a gente chama de negativa”. Aula sobre ética e alterização negativa.

- |  |
|--|
| <p>1. Professora: a gente vai focar mais nessa coisa mais ruim/ certo? <b>Na alterização que a gente chama de negativa/ e aí/ Qual seria mais especificamente os exemplos?</b></p> <p>2. Estudante A: grupos trans/ <b>grupos LGBT de maneira geral</b></p> <p>3. Professora: Exato</p> <p>4. Estudante A: <b>minorias étnicas também</b></p> <p>5. Professora: isso/ exatamente/ perfeito// que mais? Teria mais algum?</p> <p>6. Estudante B: <b>ciganos?</b></p> <p>7. Professora: sim/</p> <p>8. Estudante C: <b>até a xenofobia por exemplo/ o nazismo/</b> aqui no Brasil/ por exemplo</p> <p>9. Professora: os judeus né/ foram uma alterização/ na época</p> <p>10. Estudante C: <b>as religiões de matriz africana</b></p> <p>11. Estudante D: a questão da migração/ tipo que tá bem atual/ a xenofobia no caso/ dos mexicanos e tal</p> <p>12. Professora: então isso que a gente acabou de ver né/ que seria o que a <i>Estudante A</i> falou/ <b>racismo/ sexismo/ LGBTfobia/ opressão por extrato econômico/ e o próprio especismo//</b></p> |
|--|

Esse episódio evidencia o reconhecimento pelos estudantes de exemplos de alterizações negativas que estão presentes na sociedade. Embora o foco da SD tenha sido discutir as alterizações em que Henrietta Lacks esteve submetida, racismo, sexismo e opressão de classe, o processo de ensino explicitou que a base moral da problemática da construção de outros subjugados, marginalizados e excluídos, é a mesma. Assim, racismo, sexismo, LGBTfobia, opressão de classe e especismo são exemplos de alterização negativa que gera diversos níveis de opressão e violência a um ser, a grupos de seres ou a grupos sociais que são dignos de consideração moral. Consideramos que essa abordagem foi profícua para

alcançar a expectativa de orientar xs estudantes a analisar situações que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral.

Apreciamos alguns importantes elementos de ensino que propiciaram a análise pelxs estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, os quais validam o princípio de design, no que se refere à expectativa aqui analisada, sendo principalmente: 1) a organização da SD com as questões orientadoras e baseada numa QSC com caso real que envolve situações opressivas, a qual favoreceu a identificação, análise, discussão e crítica pelxs estudantes de diferentes situações que envolvem alterizações negativas; 2) o tratamento do problema ético-político do racismo pela via da discussão conceitual sobre raça, por meio da consideração de raça como construção social, e não como conceito classificatório de grupos biológicos; e 3) a postura dialógica e explicitamente política da professora que, em consonância com os pressupostos freireanos, os quais entendem a educação como fenômeno diretivo e político em si (FREIRE, 2017), não recusou-se a expressar seus posicionamentos e valores, respeitando as falas dxs estudantes e permitindo-lhes fazer as suas próprias escolhas.

A análise dos dados acerca das três expectativas de ensino nos permite concluir que o princípio de design – Uso didático de uma QSC com caso real – pôde ser validado. Neste sentido, além das razões teóricas sobre a relevância da educação em biologia por meio de QSC para uma formação crítica (CONRADO *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2016; SOUZA; PAIVA; NUNES-NETO, 2016; CONRADO, *et al.*, 2016), consideramos que este estudo produziu indícios e evidências empíricas da relevância desse princípio de design, o que nos permite continuar apostando nele para o desenho de novas intervenções de ensino.

### **Ensino explícito de ética**

Discutimos abaixo as evidências do processo de validação deste princípio de design que tem a expectativa de ensino de promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições. As três importantes e distintas tradições na filosofia moral são: 1) a ética consequencialista, em que a conduta moral é dependente e apela como justificativa racional exclusivamente para

as consequências de uma ação, sendo que esta se divide em duas perspectivas: a) pragmática (egoísta) em que a consequência deve ser boa para o agente moral em si ou para um grupo maior, mas, ainda assim, muito restrito e b) a utilitarista (altruísta) em que a consequência maximiza o bem, a felicidade ou o prazer para o máximo de envolvidos; 2) a ética deontológica, teoria moral kantiana que, em oposição à filosofia moral consequencialista, tem como foco as ações, sendo que a moralidade depende nesse caso dos direitos e deveres; e 3) a ética das virtudes, que consiste na compreensão de que a moralidade depende das virtudes de uma pessoa no que se refere a traços de caráter, tais como coragem, esperança, caridade, empatia etc. (BONJOUR; BAKER, 2007; WARBUTON, 2007; BECKERT, 2012).

Para elucidar o alcance deste princípio, no contexto da sala de aula, utilizamos um episódio de ensino e atividades didáticas escritas respondidas em grupos, em que constam respostas a três perguntas orientadoras ligadas à SD, baseada em QSC, são elas: 1) Pondo à prova algumas variações possíveis de julgamento ético – perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes – discuta no seu grupo como cada juízo moral pode estar associado ao caso em análise; 2) Qual(is) alternativa(s) mais justa(s) seria(am) possível(is) para o caso na época? Justifique acionando teoria(s) moral(is). E hoje? Qual tipo de juízo moral você considera mais justo no uso de tecidos humanos e de outros animais para pesquisas? Discuta em grupo e compartilhe com a turma; 3) No caso abordado, que estratégias sua equipe adotaria para lidar com as questões éticas do caso se fosse: a) a equipe médica, b) a família e c) um cidadão informado sobre o caso.

A estratégia de análise aqui adotada é a de indicar aspectos sobre os discursos de ensino da professora que associam-se às respostas dos grupos, via ACD, visando identificar indícios da promoção da tomada de posição ético-moral embasada nas perspectivas morais. O episódio de ensino 9 foi selecionado da aula 3, cuja temática central foi ética. O episódio ocorre pela exposição da professora sobre as três perspectivas morais.

Quadro 17. Episódio de ensino 9: “Essas teorias falam sobre como que a gente pode agir moralmente”. Aula sobre ética e teorias morais.

1. Professora: então gente/ existem três teorias morais/ **essas teorias falam sobre/ como que a gente pode agir moralmente/** três possibilidades/ e a gente pode escolher uma/ mas ao mesmo tempo/ nós seres humanos são pessoas complexas/ então/ é claro que a gente pode tender a uma/ mas a gente pode usar todas as outras e assim por diante/ então **a primeira é a ética das virtudes/ essa ética ela ‘tá relacionada a virtude que a pessoa/ o indivíduo tem/ pra realizar uma ação/ então se eu tenho uma virtude de ser bondosa/ eu vou fazer ações moralmente boas/ e assim por diante/ então é uma coisa meio interna/ claro/ existem pessoas que são mais virtuosas para algumas coisas outras pras outras/ mas é uma questão mais de sentimento/ de amor/ e assim por diante/ de ter uma paz interior/ e conseqüentemente por causa dessas virtudes que ela tem/ ela vai agir dessa maneira/** então/ se eu por exemplo/ tenho uma virtude de gostar muito dos animais eu vou cuidar desses animais/ se eu odeio animais eu não tenho a virtude de gostar dos animais/ conseqüentemente eu não vou tratar eles bem/ não vou agir moralmente com os animais<sup>93</sup>/ conseguem entender isso?

2. Pesquisadora: esse exemplo é bom

3. Professora: dos animais né

4. Pesquisadora: porque **em outra perspectiva essa questão do tratamento dos animais/ ela não requer esse amor/ essa afetividade/ então você não precisa gostar necessariamente de um bicho pra tratá-lo com consideração moral**

5. Professora: **é/ exato// então a das virtudes é algo que tu tem por dentro que tu consegue externar/** então tu não vai conseguir tratar uma pessoa/ **por exemplo/ uma pessoa humilde/ um mendigo ali na rua/ tu não vai conseguir tratar ele bem/ se você não tem a virtude de pensar nas pessoas com menos possibilidade de econômicas/ monetárias/ simplesmente tu vai passar reto e nem vai olhar na cara dele/** se tu não se importa com as pessoas que têm/ **que nem teve essa escola aí né que teve a coisa da fantasia se nada der certo** ((festa ocorrida numa instituição escolar, no sul do Brasil, em 2017, em que estudantes se fantasiaram com trajes que representariam profissões consideradas inferiores))/ **pelo jeito eles não se importam com pessoas que tem empregos que pra eles são empregos ruins/ então certamente eles não têm essa virtude boa/ de sentir uma/ de ter um sentimento por essas pessoas/ eles passam não dão bom dia/ não dão oi/ eles não tem a virtude de empatia/ e assim por diante/ então é algo que tu pode desenvolver/ que tu tem que tu não tem e assim por diante//**

**A segunda é a ética consequencialista e nela/ é dividida em duas partes tem a pragmática que é chamada de egoísta que é quando a consequência é o que vale/ então o fim é o que vale/ só que esse fim ele é mais pra um pequeno grupo/ ou só pra mim ou pra minha família/** então ah eu vou votar aqui no IFBA pra ter ventilador só na sala 4/ por causa que só vocês estudam aqui/ então vocês estão pensando só nesse pequena grupo/ então essa seria a egoísta/ **então a segunda que é a utilitarista ou chamada de altruísta também/ então é pensado na consequência/ mas pensado pra um grande grupo/ pensado na grande maioria das pessoas/** então eu vou pensar na consequência/ então um exemplo poderia ser isso mesmo dos ar condicionados né/ eu vou lutar pra colocar ar condicionado no IFBA pra todo mundo se dar bem/ principalmente o pessoal do quarto ano/ ele vai lutar/ mesmo que daqui a duas unidades eles vão embora/ eles vão lutar por isso/ eles vão agir moralmente com uma luta pra ter ar condicionado em todas as salas porque eles estão pensando num grande grupo e até pra pessoas que eles nem conhecem/

6. Pesquisadora: o foco é sempre a consequência/

7. Professora: a consequência

8. Pesquisadora: **e a diferença é que na primeira que é a egoísta você tem um círculo de consideração moral menor/**

9. Professora: muito pequeno

<sup>93</sup> Há um equívoco por parte da professora ao mencionar que se uma pessoa não tem a virtude de gostar dos animais ela não iria “agir moralmente com os animais”, já que toda ação humana, para o bem ou para o mal, é uma ação moral, de modo que somos agentes morais. Para completar o sentido deste turno de fala, o adequado seria mencionar que, se alguém não trata bem os animais, essa pessoa desconsidera-os moralmente. Embora este equívoco não tenha trazido aparentes problemas no ensino, destacamos a necessidade da gestão adequada do discurso, no processo de ensino, a fim de promover uma formação satisfatória aos objetivos propostos.



10. Pesquisadora: então/ eu me importo com minha família com meu bairro
11. Professora: com com meus amigos próximos/
12. Pesquisadora: **e na altruísta você aumenta o círculo de consideração moral/ então você se importa com seu país/ você se importa com o seu continente e assim vai**
13. Estudante A: **então o voto daqueles caras/ ah/ eu 'tou votando pela minha família** ((estudante se refere às frases de deputadxs durante a votação do impeachment da ex presidenta Dilma Rousseff, em 2016))  
((muitxs estudantes riem em concordância))
14. Professora: **mas aquilo lá/ gente/ poxa// mas muito bom esse exemplo/** ((estudantes continuam rindo ironicamente)) mas essa da altruísta gente eu fico pensando mesmo como é que as pessoas falam né/ da própria/ do cuidado com o ambiente né/ as vezes assim ah eu vou jogar esse papel aqui porque 'tá longe da minha casa/ ou eu não vou cuidar das coisas aqui do IFBA porque não é a minha casa mesmo/ então essa coisa meio egoísta né/ pensa na consequência/ mas muito pensando na coisa do individual/ na consequência/ tipo/ se fosse uma consequência pra si se importaria//  
**E a última é a deontológica/** que essa é a mais antiga né/ ou não/ aí/ **a deontológica ela faz/ ela é o inverso da consequencialista/ ela só pensa no que é o certo/ o começo/ ela não pensa nos fins/ por exemplo/ qual é a função do professor/ é vim/ dar aula/ e eu passar todo o assunto que 'tá no livro e 16h50 eu abrir a porta e ir embora/ eu me importei se o aluno aprendeu? Eu não 'tou nem aí/ qual é a minha função/ então ela ((ética deontológica)) obedece muito às leis que são postas/ a função/ o que é pra ser/ o que é pra ser é/ eu to fazendo o certo/ o que der ó não 'tou nem aí ((expressão de pouco caso com as mãos))/ entende?**
15. Pesquisadora: **então o foco aqui é a ação/ o que você faz que importa**
16. Professora: exato/ mas a ação voltada dessa coisa da lei/ do que é pra ser/ do que já 'tá posto/ eu não fico pensando/ ah mas vou pensar nessa lei/ não é tão certa/ né/ por exemplo se tivesse uma lei aqui no IFBA que só podia os meninos do primeiro ano ganhar o lanche/ mas é a lei/ a gente vai dar só o lanche pros meninos do primeiro ano/ que foi os primeiros/ mas aí a consequência que todas as outras turmas iam ficar com fome ou não iam ter lanche/ não importa/ essa é a lei/ por exemplo/ o diretor ia pensar assim/ ((estudante B levanta a mão)) a lei que 'tá lá no estatuto do aluno é só dar lanche pros primeiros anos/ não iam pensar se os outros iam passar fome/ se ia ficar chato/ se ia formar richa porque vocês iam ficar com raiva dos meninos do primeiro ano que estão comendo e vocês não ((estudantes riem)) e aí vocês iam roubar o lanche deles/ ia dar maior revolução
17. Estudante A: com certeza ((risos))
18. Professora: com certeza né
19. Pesquisadora: então **um exemplo dentro do caso que a gente 'tá estudando/ é o próprio caso de Henrietta né/ que envolve outros casos/**
20. Professora: ah/ exatamente
21. Pesquisadora: **que é a ideia da segregação/ que era lei/ então assim era norma legal separar as pessoas/ então isso era da perspectiva deontológica ok/ do ponto de vista ético né**
22. Professora: **é/ porque se na época era lei/ podia/ então 'tá tudo certo/ pensava que era errado as pessoas negras não poderem sentar no ônibus/ terem que dar lugar pra outras brancas e assim por diante/ não importa/ era lei e eles cumpriam a lei/ tu queria perguntar?**
23. Estudante B: não/ era/ eu ia dar o exemplo que tipo/ pra muitas pessoas/ tipo/ o lugar de ladrão é na cadeia/ mas tipo/ por exemplo/ a cadeia é um lugar que tem superlotação/ você só solta o bandido lá dentro e não se preocupa em olhar se tipo se aquilo vai de fato
24. Professora: melhorar ele
25. Estudante B: melhorar ele ou tipo se só vai piorar o quadro dele
26. Pesquisadora: **qual é a consequência né**
27. Professora: exatamente/ muito bom o teu exemplo/ ((professora muda o tópico para tratar sobre ética ambiental))

O episódio acima indica que a professora realiza um esforço para explicitar aspectos centrais acerca das três tradições em filosofia moral, por meio de duas estratégias bem demarcadas: 1) uma ideia geral sobre a ética, em que são expostas

suas principais características, e 2) uso de exemplos, principalmente aqueles que são próximos à realidade dxs estudantes. Para ilustrar, destacamos um trecho do turno de fala 14, em que a professora diz: “a deontológica ela faz/ ela é o inverso da consequencialista/ ela só pensa no que é o certo/ o começo/ ela não pensa nos fins/ por exemplo/ qual é a função do professor/ é vim/ dar aula/ e eu passar todo o assunto que ‘tá no livro e 16h50 eu abrir a porta e ir embora/ eu me importei se o aluno aprendeu? Eu não ‘tou nem aí/ qual é a minha função/ então ela ((ética deontológica)) obedece muito às leis que são postas/ a função/ o que é pra ser/ o que é pra ser é/ eu to fazendo o certo/ o que der ó não ‘tou nem aí ((expressão de pouco caso com as mãos))/ entende?”

Embora o processo de ensino tenha sido pouco dialógico, por conta do tempo insuficiente para abordar tantos assuntos, muitos deles completamente novos para xs estudantes, duas interações discursivas evidenciam o reconhecimento das teorias morais, por meio do acionamento, pelxs estudantes, de exemplos de problemáticas ético-políticas reais do cotidiano. Tais interações são destacadas nos seguintes turnos de fala: 1) 12. Pesquisadora: “e na altruísta você aumenta o círculo de consideração moral/ então você se importa com seu país/ você se importa com o seu continente e assim vai”. 13. Estudante A: “então o voto daqueles caras/ ah/ eu ‘tou votando pela minha família” ((estudante se refere às frases de deputadx durante a votação do impeachment da ex presidenta Dilma Rousseff, em 2016)); e 2) 22. Professora: “é/ porque se na época era lei/ podia/ então ‘tá tudo certo/ pensava que era errado as pessoas negras não poderem sentar no ônibus/ terem que dar lugar pra outras brancas e assim por diante/ não importa/ era lei e eles cumpriam a lei/ tu queria perguntar?” 23. Estudante B: “não/ era/ eu ia dar o exemplo que tipo/ pra muitas pessoas/ tipo/ o lugar de ladrão é na cadeia/ mas tipo/ por exemplo/ a cadeia é um lugar que tem superlotação/ você só solta o bandido lá dentro e não se preocupa em olhar se tipo se aquilo vai de fato.” 24. Professora: “melhorar ele.” 25. Estudante B: “melhorar ele ou tipo se só vai piorar o quadro dele.” 26. Pesquisadora: “qual é a consequência né.” 27. Professora: “exatamente/ muito bom o teu exemplo.”

Esses exemplos evidenciam que a discussão sobre temáticas morais na sala de aula de biologia pode suscitar o reconhecimento de outras problemáticas sociais mais amplas e/ou próximas aos contextos dxs estudantes. Ademais, se o nosso objetivo na educação é o de formar pessoas capazes de colaborar e resolver os

problemas de forma justa e equitativa, torna-se impossível separar a educação científica da formação moral e ética (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018).

Abaixo organizamos três categorias apoiadas nas questões orientadoras, nas quais destacamos respostas dos grupos de estudantes, em que há posicionamento ético-moral, visando avaliar o alcance da expectativa de ensino (e a consequente validação do princípio de design) por meio da articulação dessas respostas com elementos do ensino, presentes principalmente no episódio 9, acima apresentado. Selecionamos os trechos mais representativos das respostas para cada categoria, como segue:

1) Análise do caso da QSC via perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes.

Acerca da ética deontológica, o grupo 1 identifica o trecho do caso em que a mesma pôde ser reconhecida: “No caso de Henrietta Lacks a ética deontológica se faz presente no momento em que o médico pega as suas células sem o seu consentimento.” (Grupo 1). Embora confusa, a resposta abaixo tem uma perspectiva semelhante:

“A perspectiva deontológica existente no ocorrido de Henrietta Lacks ocorre no não consentimento da doação de suas células por parte do especialista, uma vez beneficiando-se com os bons resultados dos exames e ignorando a vida e o consentimento da paciente e de sua família.” (Grupo 4)

Embora as repostas não apresentem justificativa conceitual para as afirmações, elas podem indicar algum reconhecimento da contexto legal da época do caso, em que não era proibido usar tecidos de pessoas vivas para pesquisas sem o consentimento das mesmas ou das famílias, temática abordada na aula 1, evidente no episódio de ensino 2 (Quadro 14). Assim, a norma legal não impedia o uso das células da paciente sem seu consentimento, de modo que este aspecto do caso pode ser caracterizado a partir da ética deontológica.

As análises sobre o caso do ponto de vista da ética das virtudes também demonstraram insuficiente compreensão conceitual, de modo que não são apresentadas as possíveis virtudes ou a ausência delas nos argumentos. Um trecho que evidencia distorção conceitual é o da fala do grupo 3: “[...] a ética das virtudes de moral que consiste nos conceitos de obrigação e dever (entendidos como obrigação moral e dever moral)”, sendo que essa assertiva remete melhor à

perspectiva deontológica. As respostas abaixo também apresentam-se insuficientes em termos conceituais:

“É possível perceber que a análise da ética das virtudes sobre a ação do médico vai ser muito clara sobre a moralidade que ele traz em detrimento das suas virtudes e ações, tais como a retirada das células de Henrietta sem o seu consentimento, e é óbvio que não vai existir uma ética certa ou errada, porém, é importante ressaltar que sua atitude foi negativa e desprovida de boas intenções.” (Grupo 1)

[...] A ética das virtudes é a alternativa para ambas as éticas citadas anteriormente, já que a postura do médico encontra-se em oposição à moralidade de essência de seu exercício. Ou seja, se analisamos os impasses que essa tal “ética” nos proporciona, concluímos que mesmo sendo em lei, em meio a nossa moral, a atitude do doutor seria julgada errada, sendo até mesmo considerada perversa por parte dos demais médicos.” (Grupo 4)

Sobre a perspectiva consequencialista, as respostas abaixo evidenciam uma análise conceitualmente coerente acerca da teoria moral no que se refere às ações morais na época do caso de Henrietta:

“Segundo o grupo, a perspectiva que domina o caso Henrietta Lacks é a **pragmática, uma derivação consequencialista**. Isso ocorre pois a motivação para o uso das células da paciente era **voltada apenas para o favorecimento de um certo grupo social**, e essa ação era feita única e exclusivamente para o satisfazer, isto é, **foram ignorados os direitos e vontades da mulher em busca do alcance dos objetivos de algumas pessoas que lucraram muito com isso.**” (Grupo 2)

[...] percebe-se que a **ética consequencialista se dá de forma pragmática (egoísta)**, pois, o médico quando fez o procedimento de retirada das células de Henrietta não pensou num bem maior, talvez até tenha pensado, porém pra isso ele teve que passar por cima de uma “ética” usando a moral que ele tinha na época, ou seja, ele não pensou muito bem no caminho para chegar até a consequência, e só pensou nas consequências que iam fazer bem para si.” (Grupo 1)

[...] a **ética consequencialista mostra-se de forma egoísta ao caso da Henrietta, visto que os especialistas priorizavam a conclusão de suas pesquisas** com as células da paciente.” (Grupo 4)

As assertivas estão relacionadas ao discurso da professora, quando no turno 5 do episódio de ensino 9, ela menciona: “[...] A segunda é a ética consequencialista e nela/ é dividida em duas partes tem a pragmática que é chamada de egoísta que é quando a consequência é o que vale/ então o fim é o que vale/ só que esse fim ele é mais pra um pequeno grupo/ ou só pra mim ou pra minha família/”.

Já a resposta seguinte, embora apresente informações importantes acerca de ações médicas no contexto e a relação com práticas racistas, não contempla elementos conceituais sobre a ética consequencialista.

“A consequência da ação se torna presente no caso Henrietta desde todo o sistema adotado para a escolha de “voluntários”. Por exemplo, o Hospital Johns Hopkins solicitou só uma autorização, assinada por Henrietta, na qual constava a concordância da paciente para a realização de procedimentos cirúrgicos e anestésicos necessários ao tratamento da doença em curso. Entretanto, **naquela época, as pessoas negras costumavam ser inseridas em estudos científicos independentemente de consentimento ou das consequências das pesquisas. Sendo assim o progresso científico aético justificado.**” (Grupo 3)

A análise desta categoria pode indicar que, de modo geral, não há suficiente reconhecimento conceitual das éticas. Contudo, as análises sobre perspectiva da ética consequencialista (pragmática) no caso foram conceitualmente mais coerentes, de modo que consideramos que este resultado se deve ao fato de que o caso de Henrietta Lacks tenha uma aproximação forte com esta perspectiva moral, já que a ação moral no caso pode ter sido projetada pensando na consequência dos estudos de seus células para os pesquisadores, muito embora, do ponto de vista da sociedade, no geral, tenhamos grandes avanços nas pesquisas biomédicas e na saúde pública, por exemplo.

2) Alternativa(s) mais justa(s) possível(is) para o caso na época e atualmente.

Essa categoria tem por objetivo analisar as respostas dos estudantes quanto às possibilidades mais justas de ação para o caso na época e em contextos atuais. A resposta do grupo 1, transcrita literalmente abaixo, evidencia que o grupo fez uma análise fundamentada em ética.

“O mais justo seria o médico ter avisado a paciente, não só ter avisado como também **ter pedido a permissão para a retirada das suas células. Hoje em dia a atitude mais justa continuaria sendo a mesma citada acima. Ao debatermos, chegamos a uma indagação, “qual o preço do progresso?”**, é notável que essa desconsideração da moral tem um limite e uma razão, ela só ocorre por causa da ética consequencialista pragmática, pois o grupo explorador só pensa em ter o dinheiro no bolso, ou seja, só quer ter o final a seu favor; aproveitando-se da lógica do especismo, essa classe dominante rebaixa a classe animal e os submetem a diversas atrocidades e traumas.” (Grupo 1)

Destacamos alguns aspectos importantes desta resposta, são eles: 1) a proposição de que a paciente conhecesse e consentisse sobre o uso de suas células tanto na época quanto atualmente, o que implica no reconhecimento sobre o

direito ao corpo; 2) o questinamento sobre o preço do progresso da ciência, consequente de debate em grupo; 3) a identificação da ética consequencialista na perspectiva egoísta presente no caso, estando conceitualmente coerente com o processo de ensino no episódio 9, destacado nesta subeção, especificamente na segunda parte do turno de fala 5; e 4) a menção sobre a lógica de subjugação e desconsideração moral do especismo, a qual tem a mesma base em ética de outras formas de opressão, como o racismo e o sexismo, por exemplo; sendo que tal discussão esteve presente em diferentes momentos do ensino, como no episódio 10, transcrito no Quadro 16.

Esta análise do grupo é uma evidência empírica da importância de auxiliar xs estudantes a apreciarem normas, valores e tradições internas que informam e dirigem a prática científica (HODSON, 2018), bem como suas relações com diversos aspectos da sociedade, além da relevância do trabalho em grupo que, por meio de QSC, permite que xs estudantes abordem questões éticas e políticas e se envolvam em reflexões críticas. Ademais, o segundo aspecto da resposta do grupo, a indagação sobre o preço do progresso da ciência, que é uma análise ética, está relacionado com uma característica marcante do trabalho com QSC, já que “é inerente ao seu caráter de se constituir um dilema moral, característica que constitui uma oportunidade para abordar as convergências e divergências entre ciência e ética” (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018, p. 438).

De forma semelhante, o grupo 4 propôs como alternativa mais justa para o caso o diálogo entre a equipe médica e a paciente e sua família, sendo que para os dias atuais o grupo recomendou o apoio financeiro para xs filhxs. O juízo moral apresentado, tanto para casos com humanos, quanto para animais não-humanos, em pesquisas científicas, não apresentou o acionamento de uma teoria moral.

“O século XX foi marcado por uma série de arbitrariedades cometidas no campo da pesquisa científica mundial. Cobaias humanas foram utilizadas, por exemplo, por pesquisadores presentes nos campos de concentração nazista, e por pesquisadores de países que não estavam em guerra, como foi o caso de Henrietta Lacks. **Para o grupo, a solução mais viável para o caso na época seria inicialmente um diálogo entre a equipe médica e Henrietta junto com sua família, para divulgarem a possível contribuição das células de Henrietta para o avanço da ciência, e nesse diálogo, a equipe medica perguntaria a Henrietta se ela permitiria o possível estudo das suas células.** Caso ela aceita-se, seria dado uma indenização, ou uma ajuda mensal para melhorar a situação econômica de Henrietta e ate mesmo garantir um futuro melhor para seus filhos. Atualmente acreditamos que não iria acontecer o caso exposto de Henrietta, porém, **partindo da hipótese de que o caso teria acontecido**

**atualmente, a solução mais viável se baseia em um apoio público e privado mais acentuado direcionado a Henrietta**, lhe oferecendo uma instabilidade no final da vida, e **garantindo o futuro dos filhos**, visto que atualmente a mídia ajudaria bastante. O juízo moral que consideramos mais justo é o consentimento, onde quando pesquisas são destinadas ao progresso da ciência e da humanidade “não existem” resistências, sendo que essas pesquisas não agridam fisicamente, psicologicamente ou moralmente os envolvidos. [...]. Quando as pesquisas são desviadas para o mundo animal, é necessário o consentimento do dono, e a garantia do não martírio do animal.” (Grupo 4)

Tal resposta evidencia a relevância do tipo de abordagem de ensino que propomos, em que a ética é explicitamente ensinada, já que a intenção é auxiliar os estudantes a olhar criticamente para o tipo de ciência em que nos envolvemos e os valores sociais, políticos, econômicos e ético-morais que estão associados, visando uma análise sobre o que deve ser transformado (HODSON, 2018).

No início da resposta transcrita abaixo, o grupo 3 parece colocar a ética consequencialista numa condição negativa e atribui à dentologia uma característica de imutabilidade e não ponderação e reflexão sobre as condutas morais. Essa atribuição certamente deve-se ao processo de ensino, em que a professora menciona, na segunda parte do turno 14, e principalmente no 22 do episódio 9, a perspectiva deontológica da seguinte forma: “22. Professora: “é/ porque se na época era lei/ podia/ então ‘tá tudo certo/ pensava que era errado as pessoas negras não poderem sentar no ônibus/ terem que dar lugar pra outras brancas e assim por diante/ não importa/ era lei e eles cumpriam a lei/ tu queria perguntar?”. Para ir além dessa perspectiva, o grupo propôs a ética das virtudes para lidar com o caso, com o argumento de que não precisaria seguir as regras pré-estabelecidas (deontologia), mas focaria em elementos como empatia e caridade. Além disso, a teoria altruísta é considerada para tomada de decisão, já que visa o bem e felicidade para o máximo dos envolvidos. Para o grupo, as duas perspectivas – ética das virtudes e ética altruísta – poderiam, inclusive, mudar os valores da prática científica atual.

“Apesar da perspectiva deontológica se opor à consequencialista, **ela não se mostra tão adequada ao caso por conta da sua imutabilidade no que se refere ao que fazer, seria como se houvesse antolhos que impedissem ponderações e reflexões** sobre temas humanos, que exigem análise das suas variáveis. Logo, **a perspectiva que mais se encaixaria nessa situação é a das virtudes, fazendo com que as ações fossem tomadas com um pensamento que vai para além das regras pré-estabelecidas ou de vontades pessoais, focando em pontos como a empatia e caridade**. O mais justo seria consultar a paciente e/ou sua família, caso a mesma não tivesse condições de facultar tal coisa. **Atualmente, por conta da expansão dos direitos humanos e dos**

**avanços nas discussões sobre muitas formas de opressão, a perspectiva deontológica, baseada no fato de que os direitos e deveres constituem a moralidade da ação, pode aparecer como uma vertente a ser seguida, porém, cremos que a ética das virtudes e suas indagações nos levam a um caminho mais humano em todas as tomadas de decisão. A teoria altruísta também pode ser adotada, visando o bem, a felicidade ou o prazer máximo aos envolvidos. Essas duas últimas trariam grandes mudanças à ciência, pois é do conhecimento de todos que muitas coisas nesse âmbito ainda são feitas visando o desenvolvimento e bem-estar de um pequeno grupo, contrariando as teorias propostas.” (Grupo 2)**

Todos esses elementos que os grupos apontam nas respostas fazem parte de um conjunto de discussões realizadas em sala, favorecidas pelo uso do caso da QSC e das questões orientadoras, e o ensino explícito sobre as teorias morais. A discussão sobre QSC não apenas levanta questões sobre o que nós “podemos” ou “poderíamos” fazer, mas também sobre qual é a decisão “certa” e o que “devemos” fazer, desta forma, levantando dimensões éticas centrais (HODSON, 2018).

O grupo 3 apresenta uma resposta ligada à avaliação ética do caso na época, a qual parece condizer com a perspectiva deontológica: “Contextualizando com a época, a utilização de tecidos humanos sem autorização requerida prévia era considerada a forma correta de ser tratada pela sociedade científica, considerada epicentro culto e que dita padrões. [...]”. No entanto, além de não mencionar a teoria moral, o grupo não realiza discussão sobre qual perspectiva adotar no tempo atual, sendo ausentes também justificativas para tanto e uma análise sobre uso de tecidos humanos e não-humanos em pesquisas.

3) Estratégias para lidar com o caso, sendo: a) a equipe médica, b) a família e c) um cidadão informado.

Para elucidar esta categoria selecionamos respostas dos grupos para cada caso, que seguem organizados a seguir:

a) Equipe médica. As respostas de 3 grupos foram muito semelhantes, partindo do princípio ético do consentimento para a realização de pesquisas com seres humanos. Abaixo ilustramos essa constatação com a resposta do grupo 3:

“Ao contrário da posição que foi tomada pela equipe médica da época, adoraríamos uma postura ética pedindo o consentimento de Henrietta da forma correta, isto é, avisando a mesma que o estudo das células HeLa



seria importante, mas dando a ela (ou para a família) o poder da decisão de permitir ou não a pesquisa.” (Grupo 3)

De modo oposto, o grupo 2 respondeu: “Para justificar nossa ação buscaríamos amparo em possíveis leis que amparassem a pesquisa independente da consequência aos envolvidos, seguindo a perspectiva deontológica.” Embora a questão não requeresse a explicitação das teorias morais estudadas, este grupo apontou a perspectiva teórica que apoiou sua posição. Evidências como essas indicam que o ensino explícito das teorias morais é potencial para fundamentar posicionamentos sobre problemáticas sociocientíficas.

b) A família. Duas respostas seguiram a mesma ideia de reivindicar direitos através da justiça. Para ilustrar, selecionamos a resposta do grupo 4: “Enquanto família de Henrietta, iríamos reivindicar os seus direitos através da justiça, direito este que foi violado quando as células foram retiradas do seu corpo sem o seu consentimento.”

O grupo 3 apresentou uma resposta no direcionamento de dar visibilidade a Henrietta, já que seu apagamento histórico foi propositalmente realizado e tem relação com as práticas racistas da época.

“Se fossemos um dos membros da família de Henrietta, certamente iríamos exigir que o estudo não ia ser realizado sem o consentimento dos familiares (ou da própria Henrietta). Também reivindicaríamos (caso o estudo fosse permitido) a decisão de concordar com a publicação dos resultados da pesquisa. **Afinal as células que fossem tiradas de Henrietta não são anónimas e deveriam ser tratadas como tal.**” (Grupo 3)

O posicionamento do grupo 2 faz uso da teoria moral consequencialista altruísta e evoca a problemática da opressão no contexto segregacionista da época: “Faríamos ações com base na perspectiva **altruísta, visando o bem de todas as pessoas que sofrem do mesmo tipo de opressão** e desacreditando os responsáveis pela pesquisa através da crítica à visão limitada do caso.” Este posicionamento sobre o agir pode ter sido favorecido por ações de ensino em que se promovia debates sobre tais problemáticas, como no episódio de ensino 9, discutido nesta subseção, e o episódio 2, em que questões ligadas ao uso da lei e o racismo foram debatidas.

c) Um cidadão informado. Diferentes níveis de posicionamento estiveram presentes nas respostas. O grupo 1 apresentou um nível analítico e de opinião sobre o caso:

“Como cidadão consideraria o fato como violação do direito individual. E mesmo que o ocorrido tenha ocasionado em uma forma de tratamento pro câncer, violar tais direitos abririam margens para que esse tipo de invasão se tornasse prática. Em resumo seria totalmente contra ao que fizeram com Henrietta.” (Grupo 1)

O grupo 2 aciona uma teoria moral estudada e posiciona-se no sentido de questionar as ações de cientistas envolvidos no caso, com a seguinte resposta: “Como cidadão, a equipe iria se basear **na ética das virtudes**, procurando participar do caso por meio das ideias de **caridade e empatia**, apoiando a família e questionando a ação dos pesquisadores.”

As duas respostas, dos grupos 3 e 4, têm proposições semelhantes, no que se refere à mobilização popular.

“Primeiramente, nunca deveria ter sido feito sem o consentimento dos familiares (e da própria Henrietta). Além disso, é uma questão essencialmente ética, em primeiro lugar de consentimento informado, em segundo de privacidade e confidencialidade e em terceiro de compensações que a família devia ter tido e não teve. Certamente iríamos explicar para a comunidade e, por **pressão popular**, exigir que as devidas e corretas providências fossem tomadas em relação ao caso, afinal por mais que, alterações que tenha sido feita nas células, há uma identidade suficiente para se considerar que são de uma pessoa.” (Grupo 3)

“Se fôssemos cidadãos que tivessem conhecimento da situação na época, o primeiro passo seria informar à família de Henrietta sobre a falta de ética do hospital e dos profissionais envolvidos e alertar sobre as medidas cabíveis a serem tomadas, caso não fosse possível o contato, iríamos atrás dessas medidas e caso elas não fossem eficientes com a sanção, promoveríamos uma **mobilização popular**, já que se trata de um problema que envolve as questões sociais, raciais e de gênero, para que leis e regras sejam estabelecidas para combater os abusos da ciência com os menos favorecidos.” (Grupo 4)

As análises realizadas pelos grupos nesta categoria indicam a relevância do tratamento de questões éticas no ensino de biologia, já que quanto maior a reflexão sobre as razões que justificam a ação, o conhecimento sobre as normas e a consciência sobre os valores morais relacionadas às atitudes, menor a ocorrência de disposições intuitivas e, assim, maior a reflexão crítica sobre possíveis ações (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

De modo geral, consideramos que o fato de a professora colaboradora e a pesquisadora terem formação restrita em filosofia moral e terem contado com tempo limitado para desenvolver as ações de ensino podem ter sido as razões pelas quais a maioria dos grupos elaborou respostas com insuficiente compreensão conceitual quanto às teorias morais, evidenciada na categoria 1) Análise do caso da QSC via perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes.

Diante desses resultados, concluímos que é importante reservar maior tempo para que professorxs tenham melhor apropriação acerca das teorias morais, de modo que, em estudos futuros, essa fragilidade seja superada. Ademais, anterior a isso, dadas as inúmeras implicações que a área de ciências biológicas tem com questões éticas, consideramos necessário que a formação inicial de professorxs de biologia contemple fundamentos da filosofia moral.

Contudo, consideramos que o princípio de design, apostado para ser aplicado por docentes de biologia, foi validado, dadas as evidências discutidas acima a partir das respostas dxs estudantes nas atividades escritas, associadas ao contexto geral de ensino. Os elementos de ensino potenciais para a validação do princípio foram: 1) a discussão explícita sobre as teorias morais; 2) o uso de exemplos próximos às realidades dxs estudantes para elucidar as tomadas de posição ético-morais; e 3) o uso de questões orientadoras associadas à QSC com caso real. Neste sentido, além das razões teóricas sobre a relevância do ensino explícito de ética para o desenvolvimento de habilidades de pensamento e comunicação (BONJOUR; BAKER, 2007) e para a aquisição de senso de responsabilidade pessoal (SILVA, 2011), consideramos que este estudo produziu evidências empíricas da relevância desse princípio de design, o que nos autoriza a continuar apostando na sua iteração em estudos futuros.

### **Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire<sup>94</sup>**

A análise deste princípio ocorreu por meio de dados do grupo focal e da ACD inferidos pelos episódios de ensino selecionados. As atividades didáticas propostas

---

<sup>94</sup> Resultados parciais ligados a este princípio foram apresentados no X Colóquio Internacional Paulo Freire, em 2018, e publicados nos respectivos Anais, com o título “Implicações do processo dialógico em sala de aula de biologia visando o pensamento crítico e a formação política.”

visavam estimular a participação ativa dxs estudantes em todos os momentos das aulas, a partir de três aspectos metodológicos freireanos: discussão de temas socialmente relevantes por meio de QSC, estabelecimento de um processo dialógico na sala de aula e envolvimento na proposição de ASP. A partir desses aspectos, que estão interligados, elaboramos duas expectativas de ensino associadas ao princípio de design, as quais discutimos nesta subseção, são elas: a) estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes, e b) promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas.

*Expectativa de ensino a) estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes*

O diálogo verdadeiro em Paulo Freire implica num processo dialético problematizador que percebe a realidade como fenômeno em constante devir, e não como algo estático, atendo-se permanentemente à temporalidade e opondo-se ao pensar ingênuo, que vê o tempo histórico como um peso (FREIRE, 2017). O diálogo nos permite ver o mundo e a nossa existência como processo, algo em construção, como realidade inacabada e em constante transformação (ZITKOSKI, 2015). Nessa perspectiva, o diálogo é a força que impulsiona o pensamento crítico problematizador em relação à condição humana no mundo (ZITKOSKI, 2015), de modo que, ao tratar acerca do diálogo verdadeiro, aspectos do PC (expectativa de ensino b do princípio de design 1) são, inevitavelmente, acionados.

Na educação científica as interações dialógicas têm sido estudadas preponderantemente do ponto de vista da linguagem e da comunicação no processo de ensino e/ou de aprendizagem de conceitos científicos, de modo que há uma distinção do enfoque teórico e epistemológico da categoria de diálogo em termos freireanos, já que a pedagogia de Freire se concentra explicitamente nos objetivos sociais e políticos, denunciando as condições opressivas da sociedade, sendo que o diálogo, nesse sentido, não só facilita o processo de ensino, mas é potencial para auxiliar xs estudantes a desenvolverem uma compreensão crítica da sua realidade para transformá-la (SANTOS, 2008). É a esse enfoque freireano que nos atemos na análise sobre o princípio de design.

A análise do alcance dessa expectativa se deu por duas vias, a ACD em 2 episódios de ensino selecionados e a análise do grupo focal. Abaixo discutimos os dados relativos ao grupo focal. Acerca das aulas dialogadas, o estudante G opina:

“[...] a associação do assunto com essa questão da discussão/ acho que trouxe muito mais a turma pra questão da mitose/ pra questão da biologia em si/ ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) do que se fosse apenas o assunto// Principalmente a gente que é jovem e também do IFBA que a gente fica totalmente sobrecarregado/ quando tem algo que é assim diferente/ interessa mais pra a gente pesquisar/ pra a gente saber/ ((estudantes concordam positivamente com a cabeça)) [...]”.

Esta fala - compartilhada por unanimidade no grupo - evidencia o papel motivacional do diálogo, implicando no interesse pelos conteúdos relacionados ao componente curricular. A motivação que nos referimos aqui tem relação com o modo que esses estudantes se relacionam com o objeto de conhecimento, quando a abordagem de ensino propicia o diálogo. Não é uma motivação que se encerra no espaço escolar, mas que mobiliza o desejo de compreender as várias facetas da temática em estudo.

O estudante A fez uma relação entre a abordagem de ensino por meio do processo dialógico e o método hegemônico de educação baseado na exclusiva transmissão de informações pelo docente e na sua recepção pelos estudantes.

“Normalmente no geral é o professor que fala mais na aula/ então os alunos costumam ser mais os ouvintes e o professor é quem sempre ‘tá articulando as coisas e que vai guiando a gente a seguir o caminho// Mas desse jeito não/ desse jeito nós ficamos mais livres pra discutir mais os assuntos/ e **nós mesmos que fomos tirando nossas próprias conclusões e chegando às nossas/ sabe/ formulando assim/ as nossas ideias e tal/** Então/ eu acho que essa questão de diálogo entre os alunos foi muito boa pra poder ajudar na contextualização dos assuntos e a fixar todas as coisas”.

Essa fala mobiliza três aspectos que merecem destaque: 1) a natureza da abordagem de ensino, numa comparação entre educação hegemônica e educação dialógica; 2) a autonomia na construção do PC, e 3) a contextualização dos assuntos.

Sobre o primeiro aspecto, destacamos que, como discute Hodson (2013), nas salas de aula tradicionais todas as falas são orquestradas pelo professor, de modo que os estudantes apenas falam quando têm permissão para fazê-lo (geralmente em

resposta a uma mão levantada), em que há pouca ou nenhuma conversa entre estudantes e docentes e entre xs próprixs estudantes ou até mesmo iniciada por elxs (HODSON, 2013). Tal situação não é propícia para a exploração de ideias e engajamento crítico e político, que constitui o ensino orientado por QSC (HODSON, 2013).

Nesse sentido, esta expectativa de ensino do princípio de design em análise assume a educação dialógica e crítica como uma forma de subversão à educação do tipo bancária, que tem como essência a negação da dialogicidade, já que a primeira tem no diálogo a indispensável relação ao ato cognoscente, desvelador da realidade (FREIRE, 2017); uma pedagogia que elimina pela raiz as relações autoritárias, a partir de uma tarefa central, o diálogo (FREIRE, 1967).

Sobre o segundo aspecto - autonomia na construção do PC – o estudante explana sobre a discussão em sala de aula e como a turma pôde ir tirando suas próprias conclusões e formulando suas ideias. A autonomia na construção de ideias e conclusões é um aspecto formativo importante, que é potencializado significativamente pelo processo dialógico em sala de aula. Essa abordagem de ensino, portanto, tem grande potencial no desenvolvimento das capacidades de PC, já que este envolve características como: a reflexão, a avaliação e análise de argumentos, a própria argumentação, a formulação de hipóteses e conclusões autônomas (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2014).

O terceiro aspecto - contextualização dos assuntos – citado pelo estudante, remete à relevância da organização do ensino de biologia via dialogicidade e articulação explícita de temas sociopolíticos. A abordagem de questões sociais em que cabem juízos de valor e que remetem a situações reais de forma dinamicamente articulada às temáticas científicas possibilita a discussão pelxs discentes, visando uma formação para a compreensão sobre o mundo social em que estão inseridxs e o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, com maior responsabilidade, sobre questões diversas da vida cotidiana (SANTOS, 2007).

Foi consensual no grupo focal a importância dos processos dialógicos, evidente na seguinte afirmação do estudante H:

“A galera falou meio que/ tipo/ tudo o que eu ia falar/ mas tipo você pegar e só ver *slide slide slide*/ fica a aula maçante/ fica aquele negócio tipo como se eu fosse um robô/ entendeu? Eu só tenho que ver aquilo e depois reproduzir na prova/ mas quando acontece a junção da teoria com a discussão é algo que instiga o aluno no caso a participar da aula mesmo/

porque tipo muita gente ficava assim no celular e tal/ mas quando começava a discussão aí pô eu concordo com isso/ minha opinião é essa/ eu discordo disso/ e aí começava a discussão// [...]"

O diálogo, em termos freireanos, não ocorre de modo isolado, mas em coparticipação com outras pessoas pensantes sobre o objeto, e é nessa coparticipação das pessoas no ato de pensar que se dá a comunicação (FREIRE, 1983). O que caracteriza a comunicação, enquanto este comunicar comunicando-se, é que ela é diálogo, assim como o diálogo é comunicativo, e nessa relação dialógica-comunicativa as pessoas se expressam e se (trans)formam (FREIRE, 1983).

A educação autêntica, repetamos, não se faz de "A" para "B" ou de "A" sobre "B", mas de "A" com "B", mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. Visões impregnadas de anseios, de dúvidas, de esperanças ou desesperanças que implicam temas significativos, à base dos quais se constituirá o conteúdo programático da educação (FREIRE, 2017, p. 116).

A filosofia freireana tem como foco central tais articulações e o diálogo é elemento indispensável nesse cenário de uma educação com vistas à emancipação, via libertação das pessoas oprimidas e opressoras pelas oprimidas.

É importante destacar que a perspectiva educacional dialógica não se trata de discussões aleatórias em sala de aula. São necessários níveis sofisticados de organização e planejamento docente para trabalhar o objeto de ensino, em suas diferentes dimensões, via dialogicidade. Para tanto, destacamos a relevância de serem organizadas previamente um conjunto de questões interdisciplinares e explicitamente articuladas aos objetivos de aprendizagem elencados, como elaboramos neste princípio de design aqui analisado. Sobre este aspecto, o estudante B mencionou: "Uma coisa que foi extremamente inteligente foi as perguntas que foram feitas/ as perguntas que são feitas pra discussão/ [...] ((inaudível)) porque senão não geraria discussão ((um estudante concorda positivamente com a cabeça))". Além disso, no processo de discussão é importante que seja estabelecido um ambiente de sala de aula em que xs estudantes são incentivadx a expressar as suas próprias opiniões, argumentar a favor de suas ideias, considerar uma ampla gama de alternativas e se engajar no debate (HODSON, 2013).

Além das evidências de validação pela comunidade que experienciou as ações de ensino, demonstradas acima pelo uso da técnica de grupo focal, apresentamos abaixo evidências extraídas de episódios representativos de ensino, cuja análise se deu via ACD. Assim, como forma de demonstrar aspectos referentes às condições opressivas em diálogo e evidenciar a validação deste princípio, no que se refere a esta expectativa de ensino, apresentamos e discutimos dois episódios de ensino: o episódio 8 e o episódio 13.

O episódio de ensino 8 foi selecionado da aula 3, cuja abordagem de ensino foi expositiva dialogada, e versou principalmente sobre as causas, formas de tratamento e fatores sociais e ambientais relacionados ao câncer. O episódio é iniciado com a explicação da professora acerca do câncer de mama e a posterior discussão de um caso controverso.

Quadro 18. Episódio de ensino 8: “Eles podem priorizar a questão do tratamento em oposição à cura que seria melhor para as pessoas, mas é pior pra empresa” Aula sobre as causas, formas de tratamento e fatores sociais e ambientais relacionados ao câncer.

- |  |
|--|
| <p>1. Professora: foi descoberto primeiro um que é o gene BRCA1/ que quem tinha esse gene mutado/ tem a possibilidade/ a suscetibilidade de desenvolver/ de 10 a 25% mais chance de desenvolver o câncer de mama/ então é bastante mais alto a possibilidade de desenvolver esse câncer/ principalmente se a mãe ou alguém próximo da família/ tipo vó ou tias tiveram esse câncer/ ou o câncer de mama ou de ovário ou de útero que esse também ta relacionado a esse tipo de câncer/ e aí depois descobriram um outro tipo de gene que é o BRCA2/ esses genes são supressores tumoral/ ou seja/ são aqueles genes que servem pra matar as células que ‘tão já velhas/ genes pra reparar o DNA/ e quando eles estão mutados eles não fazem isso/ e aí a mãe transfere esse gene mutado pras filhas e tem uma alta chance de desenvolvimento desse tipo de câncer/ então eu coloquei essa perguntinha né/ O gene BRCA1 foi identificado por um consórcio de pesquisadores que foram apoiados por uma combinação de fundo públicos e privados/ <b>Que questões éticas estão envolvidas quando uma pesquisa é apoiada conjuntamente por verbas governamentais e de empresas?</b></p> <p>2. Estudante B: <b>farmacêutica principalmente</b></p> <p>3. Professora: Exato/ mas o que mais de farmacêutica?</p> <p>4. Estudante B: <b>tipo hospitais particulares que estão fazendo cirurgias/ usando esses remédios/</b> acho que basicamente essas pesquisas é isso</p> <p>5. Estudante C: Eu assisti um filme uma vez que falava sobre a utilização de agulhas na África/ e falava meio que sobre uma máfia na indústria farmacêutica/ eles reutilizavam as seringas que era usadas em pessoas com AIDS e eram aplicadas em várias pessoas/ daí pra obter lucro em cima disso eles reutilizavam essas agulhas</p> <p>6. Professora: <b>tudo visando o lucro né</b></p> <p>7. Estudante D: por exemplo/ doenças que são consideradas de pobre/ vamos dizer assim/ não tem muito investimento em pesquisa</p> <p>8. Professora: são as chamadas doenças negligenciadas</p> <p>9. Estudante D: justamente/ <b>tem muita doença que já poderia ter encontrado a cura mas o pessoal não investe muito nisso/ e já as doenças consideradas de rico têm mais pesquisas/ só que essas pesquisas investidas como é de órgão privado/ ela não é pra tornar mais acessível/ que as pessoas de baixa renda acessem os tratamentos e tudo mais/ tornam mais privados realmente</b></p> <p>10. Professora: Infelizmente é isso aí</p> <p>11. Estudante E: <b>você pode desenvolver a cura pra uma doença/ por exemplo/ mas às vezes é mais barato pras pessoas a cura do que o tratamento/ que vai gerar mais lucro pra</b></p> |
|--|



**essa empresa/ então eles podem priorizar a questão do tratamento em oposição a cura que seria melhor para as pessoas/ mas é pior pra empresa/**  
 12. Professora: é verdade/ ou seja/ resumo de tudo/ **infelizmente o lucro acima de tudo/**

Esse episódio de ensino apresenta cinco importantes aspectos referentes à expectativa de ensino em análise, a saber:

1) a professora apresenta um questionamento inicial que gera o debate (turno de fala 1), sem o qual as discussões não seriam possíveis;

2) a professora estimula o processo dialógico mais profundo, ao pedir que o estudante B especifique melhor sua posição (turno de fala 3). No processo dialógico realizado em torno de QSC, o papel da professora foi o de facilitar o debate e ponderar opiniões dxs estudantes, bem como a sua própria, mas nunca impor (SANTOS, 2008);

3) o processo dialógico empreendido pela professora está associado a uma postura de posicionamento político explícito (como no turno de fala 6), coerente com a perspectiva freirena e de Hodson (2011), que defende que é inadmissível que docentes finjam que não têm opinião, já que o ato educativo é sempre teleológico, de modo que, além de posicionar-se explicitamente, xs professorxs devem, inclusive, propor nas ações de ensino, como preconiza este princípio de design, estratégias que visem o posicionamento fundamento dxs estudantes;

4) O processo dialógico permitiu que xs estudantes fizessem associações do questionamento realizado com outros casos, dos quais têm ciência, que envolvem questões éticas sobre a produção do conhecimento científico, ligados a temas e práticas socialmente relevantes (como nos turnos de fala 4, 5 e 9), além de envolver denúncias a processos opressivos na sociedade, em termos de saúde e de opressão de classe especificamente (como nos turnos de fala 7, 9 e 11), de modo que o processo dialógico empreendido evidencia potencial para debates sobre a relações opressivas. O diálogo foi potencial para favorecer a compreensão freireana de que, “para os opressores, o que vale é *ter mais* e cada vez *mais*, à custa, inclusive, do *ter menos* ou do *nada ter* dos oprimidos. *Ser*, para eles, é *ter* e *ter* como classe que tem” (FREIRE, 1987, p. 46). Nesse sentido, nossa ACD indica que as falas da interação do processo discursivo-dialógico em sala de aula trazem elementos discursivos contra-hegemônicos e que denunciam as relações de poder desiguais.

5) Consideramos que há uma carência de estímulo no processo dialógico de ensino de proposições para transformação de realidades opressivas, por meio de medidas de ações pessoais e/ou coletivas, visando contemplar todos os aspectos do diálogo verdadeiro, que vão desde a dialética problematizadora sobre a realidade historicizada em contextos de opressão até a proposição de medidas transformadoras.

A seguir, apresentamos e discutimos o episódio 13, selecionado da aula 4, em que ocorreram debates ampliados sobre as interconexões entre ciência e ética. Nesta aula, a professora apresenta um contraponto sobre um caso discutido, a fim de subsidiar um diálogo iniciado na aula anterior sobre testes genéticos relacionados à propabilidade de desenvolver câncer de mama.

Quadro 19. Episódio de ensino 13: “Seria ético da empresa admitir esse funcionário sabendo que ele pode contrair câncer?” Aula sobre as interconexões entre ciência e ética.

1. Professora: O contraposto deste casinho é o seguinte/ é/ na aula passada eu até comentei/ que os genes/ aqueles/ os testes do BRCA1 e BRCA2 que aquele gene de maior probabilidade do câncer de mama/ eles já/ hoje em dia já é obrigatório os planos de saúde fazer/ **mas o quanto isso é bom ou ruim? Isso pensando nas pessoas que têm plano/ as pessoas que não tem plano a gente/ Mas/ é bom ou ruim a obrigatoriedade?**
2. Estudante A: **É o questionamento que eu ia levantar/ porque no caso/ a empresa não quer correr risco de ter que pagar indenização/**
3. Professora: sim/
4. Estudante A: se o cara ‘tá doente/ aí o problema único nesse caso ‘tá aí/ porque também tem a questão de que o benzeno e o chumbo podem desencadear esse/
5. Professora: é um fator ambiental
6. Estudante A: **é um fator ambiental que pode desencadear o câncer/ então até que ponto seria ético da empresa admitir esse funcionário sabendo que ele pode contrair câncer?**
7. Professora: pois é/
8. Estudante A: o problema ‘tá eles só pensarem na questão financeira/ eu acho/ mas se eles pensarem no bem-estar da pessoa
9. Professora: muito bom isso/ alguém quer falar mais alguma coisa ((entonação de prosseguimento no contexto dialógico))
10. Estudante B: **acho que não só isso que o Estudante A falou também/ mas o fato de que a empresa é/ nesse caso aí/ ela fez uns exames e eles sabem que essa pessoa tem uma grande probabilidade de acabar desenvolvendo o câncer/ só que mesmo assim eles não falam pra pessoa/**
11. Professora: é/ isso que é o problema/ também/ que aí o casinho ‘tá dizendo que **eles não falam o motivo/ simplesmente dizem ó/ tu não vai ser admitido/ mas não falam se é por causa de médico/ se é por causa de/ que ele não trabalham bem**
12. Estudante C: **pode ser qualquer motivo/ né/ inclusive os que a gente apontou antes/ em relação a gênero/ pode ser qualquer coisa**  
((vários estudantes levantam as mãos pedindo fala))
13. Estudante D: agora/ por exemplo/ **isso poderia ser resolvido bem facilmente né/ pela empresa/ ela poderia propor um contrato de responsabilidade do indivíduo/ se ele sabe que tem a probabilidade de ele desenvolver o câncer/ mesmo assim ele quiser trabalhar/ aí teria o contrato/ e a empresa não vai se responsabilizar por isso**  
((muitos estudantes com as mãos levantadas))
14. Professora: é/ **mas poxa/ complicado/ porque de repente eu to aqui trabalhando no IFBA e tem um negócio que/ sei lá/ o laboratório de biologia tem/ tem mercúrio e eu nem sei**

**e eu pego/ então/ não sei/ a pessoa tem que trabalhar/ então não sei o quanto isso é bom/ a pessoa se responsabilizar por uma coisa que ela não tem culpa que é ter o gene né**

15. Estudante E: mas aí ela trabalharia sabendo

((vários estudantes comentam juntxs))

16. Estudante A: mas a pessoa tem que trabalhar/ 'tá ligado/ ele tem que trabalhar/

17. Estudante E: ta/ mas ele sabia o risco

18. Estudante A: **mas ele vai assumir o risco meio que é/ coercitivo/ ele não 'tá assumindo o risco porque ele quer/ ele tem que trabalhar**

19. Estudante F: **ele vai fazer o que/ ele não vai escolher se ele vai ter o gene ou não/ 'tá ligado/ ele precisa trabalhar cara/ e aí?**

20. Estudante C: a gente tem que pensar também na/ na lógica que 'tá inserido/ né ((inaudível)) ele 'tá precisando trabalhar

21. Professora: Exato/ exato/ uma pessoa pobre que já passou pela fila/ conseguiu entrar na vaga

22. Estudante C: **aí chega lá ó/ você decide se você quer trabalhar ou não/ você pode pegar câncer/ você pode desenvolver câncer/ e aí? 'tá// e tem a reforma trabalhista também/ tem umas paradas envolvendo isso que eu tava dando uma lida/ que era justamente isso/ que a pessoa/ ela podia trabalhar em áreas que hoje são de periculosidade/ que as pessoas não poderiam trabalhar/ aí teve/ vai ter ou 'tá tendo/ não entendi direito/ uma flexibilização disso/ que a pessoa vai poder trabalhar em áreas de periculosidade maior/ inclusive mulher grávidas se tiver um consentimento do médico/ se o médico disser que pode a pessoa pode trabalhar/ até que ponto isso?**

23. Estudante G: o médico da empresa

24. Estudante C: isso/ médico da empresa/ não é da pessoa/ super seguro ((ironia))

Neste episódio, logo no primeiro turno, a professora solicita um posicionamento ético-político dxs estudantes quanto à problemática em debate. A partir daí, questões éticas, sociais, ambientais, científicas e políticas são acionadas. Além de ser evidente a denúncia de situações opressivas, na fala 13 há uma proposição de solução para o caso – elemento presente no diálogo verdadeiro freireano. Porém, tal proposição foi frágil, quando levamos em consideração as relações de poder desiguais no mundo do trabalho, de modo que, no turno 14, a professora intervém e faz uma analogia local para facilitar a percepção de que aquela ação pode não ser justa, em termos éticos, para a pessoa que será contratada, favorecendo apenas os interesses da empresa. Em seguida, xs estudantes apontam elementos ético-políticos da situação, sendo que destacamos as falas dos turnos 18 e 19: 18. Estudante A: “mas ele vai assumir o risco meio que é/ coercitivo/ ele não 'tá assumindo o risco porque ele quer/ ele tem que trabalhar.” 19. Estudante F: “ele vai fazer o que/ ele não vai escolher se ele vai ter o gene ou não/ 'tá ligado/ ele precisa trabalhar cara/ e aí?”

É através do diálogo que podemos dizer ao mundo. O diálogo implica uma práxis social, que é o compromisso entre a palavra falada e a nossa ação humanizadora. Essa possibilidade abre caminhos para repensar a vida em sociedade, discutir nosso ethos cultural, nossa educação, a linguagem que usamos

e a possibilidade de agir de maneira diferente, para transformar o mundo que nos rodeia (ZITKOSKI, 2015). No processo dialógico, assim como é evidenciado neste episódio, é importante que xs estudantes se sintam confortáveis para ouvir as ideias dxs outrxs, questioná-las, apresentar suas próprias ideias, aceitar críticas e posicionamentos contrários, modificar e desenvolver novos posicionamentos (HODSON, 2013).

Outro ponto de destaque deste episódio é o turno de fala 22, em que a estudante faz uma associação deste problema ético-político com situações reais da atual conjuntura política brasileira. Esses dados evidenciam a relevância de se trabalhar a perspectiva dialógica em que as condições opressivas da sociedade são discutidas, foco central da epistemologia freireana, o que implica que o ensino deve se comprometer com a promoção de debates, estimulando a participação dxs estudantes em diálogos sobre as QSC para que estxs possam interagir e intervir no mundo, a partir da compreensão das múltiplas relações entre ciência, sociedade, tecnologia, ambiente, política, ética, economia etc.

Ao analisar as interações no grupo focal e os episódios de ensino selecionados temos evidências empíricas de que a expectativa de ensino que visava estimular o diálogo verdadeiro sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes, prevista por esse princípio de design, foi alcançada.

Cabe ressaltar que devemos atentar para que nossas aulas não apenas pareçam ambientes dialógicos, situação em que x docente propõe questionamentos, porém não há diálogo verdadeiro, não há comunicação. Nesse tipo de abordagem, os questionamentos são propostos e xs estudantes até podem falar, mas elxs não são ouvidxs e/ou não se ouvem. Uma aula que propõe o trabalho com argumentação e que não preconiza o diálogo pode também incorrer nesse tipo de problema ético e formativo, já que a aula pode preparar para o reconhecimento e elaboração de argumentos válidos e bem elaborados em suas estruturas pré-estabelecidas, mas não fomentar o diálogo, que requer ouvir o que o outro tem a dizer e considerar sua fala no contra-argumento ou no acréscimo à ideia trazida. Chamamos este tipo de abordagem de pseudodialógica, pois a ação didática apresenta elementos que remetem ao diálogo, mas não o são, em termos freireanos.

A análise sobre as implicações formativas do processo de dialogicidade nesta sala de aula de biologia evidenciou a relevância da perspectiva dialógica freireana. Nesse sentido, destacamos aspectos do ensino que propiciaram a validação deste princípio de design e que podem ser considerados em propostas de ensino dialógicas: 1) a organização prévia de um conjunto de questões interdisciplinares e explicitamente articuladas aos objetivos de aprendizagem, de modo que são necessários níveis sofisticados de organização e planejamento docente para trabalhar questões, em cada aula, que possam se relacionar fortemente com o objeto de ensino; 2) a apresentação de um questionamento inicial que gera o debate; 3) o processo dialógico empreendido, associado a uma postura de posicionamento político explícito da docente; 4) a solicitação de um posicionamento ético-político dxs estudantes quanto às problemáticas em debate; e 5) a abordagem respeitosa, com vistas a uma escuta sensível, e o fomento a um ambiente em que todxs xs estudantes sejam estimuladxs ao diálogo verdadeiro, à comunicação - de modo a não incorrer em anti-diálogo ou pseudodiálogo - como condição para o desenvolvimento do PC e da formação política.

*Expectativa de ensino b) Promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas<sup>95</sup>*

A segunda expectativa de ensino foi analisada por três vias, a saber: 1) a análise sobre um episódio de ensino; 2) a análise geral por meio da ferramenta analítica sobre as proposições de ASP, e 3) a análise interacionista do grupo focal.

Na aula 1, foi realizada uma explanação sobre Movimentos Sociais e Ações Sociopolíticas. Embora essa primeira aula tenha sido pouco dialógica, selecionamos, como forma de elucidar aspectos relativos ao ensino sobre ASP, o episódio 3. Este episódio se inicia após uma explicação geral pela professora sobre o que é uma ASP, a qual, para a mesma, consiste em realizar ações para mudar um problema real identificado na sociedade e/ou comunidade.

Em seguida, a professora utiliza exemplos gerais de ASP baseadas na perspectiva de Reis (2013). Alguns desses exemplos citados de ASP no âmbito de

---

<sup>95</sup> A SD aqui desenvolvida foi projetada para que xs estudantes promovessem uma ASP, no entanto, devido ao pouco tempo de ensino que dispusemos para propiciar a apropriação pelxs estudantes, optamos por solicitar a elaboração de uma proposta de ASP, visando garantir que essas capacidades fossem alcançadas.

controvérsias sociocientíficas foram: a) propor soluções inovadoras para problemas; b) participar em iniciativas de voluntariado; educar outros, a partir de cartazes, redes sociais, blogs, vídeos, sessões de esclarecimento, panfletos, c) organizar grupos de pressão ou lóbis, via petições e boicotes, e d) mudança do próprio comportamento (REIS, 2013).

A partir disso, a professora explora exemplos locais – do contexto escolar – de ASP, desenvolvidas por estudantes, que foram e são bem sucedidas e detalha os procedimentos de proposição das ASP que elxs deverão realizar.

Quadro 20. Episódio de ensino 3: “Isso pode ser uma ação sociopolítica”. Aula sobre ASP.

1. Professora: **Vocês também já podem ter feito uma ação/ por exemplo vocês resolveram fazer uma passeata porque um menino negro e pobre foi morto por um policial por causa do preconceito/ e aí vocês/ o grupo de vocês junto com a comunidade resolve fazer uma passeata/ isso pode ser uma ação sociopolítica/** E aí vocês podem já trazer a apresentação da própria ação já feita/ vocês podem construir uma ação que vai ser feita ou que ‘tá sendo desenvolvida/ vocês que vão escolher/ vocês que vão discutir ao longo desse tempo// **Uma ação sociopolítica que aconteceu aqui no IFBA/ vocês saberiam me dizer? Eu tenho uma/**

2. Estudante A: A do tireteio que teve/

3. Professora: que vocês fizeram uma passeata/ né

4. Estudante A: fizemos uma passeata

5. Professora: **de segurança/ né/ isso aí foi uma/ vocês estavam se sentindo fragilizados por falta de segurança/ e não foi a primeira vez/ vocês criaram uma passeata/ tentando chamar a prefeitura/ mudar a situação// Uma outra ação sociopolítica que aconteceu aqui foi o Maria Baderna/ não sei se vocês se lembram desse grupo/ que foram algumas meninas que/ o problemas delas/ que elas viram aqui na situação real/ era que o instituto era um lugar bastante machista/ principalmente nas áreas mais técnicas/ e tinham professor que elas se sentiam mal/ e tinha desigualdade de gênero na própria tentativa de conseguir estágio/ então elas criaram o Maria Baderna que também tinham meninos participando/ pra discutir artigos/ às vezes elas botam cartaz/ faziam eventos aqui/ faziam passeatas/ coisas desse tipo/ e também era uma ação sociopolítica/ então quando a gente tem um problema que a gente tá insatisfeito/ que a gente não tá/ e não acha que é o certo esse problema a gente pode fazer uma ação sociopolítica e é isso que a gente quer que vocês façam com essas problemáticas levantadas no caso de Henrietta e que a gente vai acabar discutindo ao longo dessas quatro semanas// vocês entenderam o que que é a ação sociopolítica?/ E vocês fiquem livres pra nos perguntar e nos procurar também/**

Além dessas explicações sobre experiências locais de ASP, a professora aborda, nessa aula, acerca dos movimentos sociais, mencionando algumas conquistas históricas de lutas, a exemplo do movimento negro, com as cotas raciais, a lei 10.639/2003 e a criminalização do racismo. Em seguida, expõe vídeos do caso de Rosa Parks para tratar sobre o fim das leis segregacionistas no contexto norte-americano e o caso de Maria da Penha e a lei criada para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher. Esses exemplos de sucesso, tanto locais – no contexto do IFBA – quanto nacionais ou internacionais – como os casos de Rosa Parks e Maria da Penha, foram utilizados visando fomentar a confiança nxs

estudantes de que elxs também podem se envolver em ASP e mudar as coisas, como propõe Hodson (2013). Isto porque a probabilidade de xs estudantes se tornarem ativxs sociopoliticamente aumenta substancialmente quando são encorajadxs a agirem agora - no contexto do tempo escolar -, proporcionando oportunidades para que elxs o façam e fornecendo exemplos detalhados de ações bem-sucedidas e intervenções desenvolvidas por outras pessoas (HODSON, 2011, 2018).

É importante destacar que os exemplos trazidos pela professora estão ligados a posturas de denúncia e ação contra situações de alterização negativa, como no turno de fala 1, em que a professora exemplifica com uma ASP de protesto contra uma ação policial associada ao preconceito de raça e classe, e no turno de fala 5, quando ela menciona acerca do grupo Maria Baderna, do IFBA, que desenvolveu e desenvolve ações contra a opressão de gênero vivada no instituto. Essa postura docente coaduna também com a perspectiva de Marques e Reis (2018) de que mostrar exemplos de iniciativas tomadas por outrxs jovens ajuda a desenvolver nxs estudantes a percepção de que são capazes de contribuir para a resolução de problemas que afetam a sociedade (MARQUES; REIS, 2018).

Além disso, a professora, ao final do turno 5, retoma uma explicação geral de ASP ao dizer: “então quando a gente tem um problema que a gente tá insatisfeito/ que a gente não tá/ e não acha que é o certo esse problema a gente pode fazer uma ação sociopolítica” e finaliza o turno com a solicitação de elaboração da proposição de ASP: “e é isso que a gente quer que vocês façam com essas problemáticas levantadas no caso de Henrietta e que a gente vai acabar discutindo ao longo dessas quatro semanas//”. Tais explicações ocorreram logo no primeiro encontro, pois “é importante envolver os alunos o mais rápido possível na seleção e no planejamento para si das ações a serem tomadas” (HODSON, 2013, p. 324).

Durante a SD, a professora retomou a explicação sobre ASP na aula 3, questionando, inclusive, se havia dúvidas e propondo que xs estudantes a procurassem, se necessário, no turno oposto.

Na aula 4, cinco grupos de estudantes realizaram a apresentação das proposições de ASP, com uso de slides, lousa escolar e/ou pincéis. Cada grupo realizou uma introdução ao tema com justificativa e descrição acerca das vias de execução da proposta. Abaixo apresentamos e discutimos dados referentes às apresentações das propostas, a partir da ferramenta analítica sobre as proposições

de ASP. Inicialmente, apresentamos uma análise geral relacionada a cada assertiva de análise, como consta a seguir, no Quadro 21.

Quadro 21. Análise geral sobre as proposições de ASP.

Grupo/temática/ resumo	Assertivas de análise <sup>96</sup>	Análise geral
Grupo 1 – Barca anti-polução  Barca formada por pesquisadorxs das áreas biológicas e sociais para trabalhar no combate à poluição, que viajariam pelo Brasil e mundo com ações educativas para conhecer os ecossistemas locais em busca de lixo, com exposições e palestras sobre a problemática.	Introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.	Contempla parcialmente, pois, embora apresente elementos conceituais acerca de problemáticas ambientais, não apresentou dados sistematizados sobre a temática.
	Justificativa do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	Contempla parcialmente, sendo que há justificativa dos pontos de vista social e ambiental, mas são ausentes justificativas dos pontos de vista científico, político e ético.
	Relação evidente com questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.	Não contempla. Embora trate de um tema socioambientalmente importante, não fica evidente a articulação com situações alteradoras relacionadas.
	Compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.	Não contempla. Por não explicitar as formas de combate de situações alteradoras, não há oportunidade evidente de transformação das realidades.
	Exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dxs proponentes.	Não contempla. Simulação de ASP. Pesquisadorxs executariam, o que evidencia o distanciamento dxs estudantes para agir. Em termos socioeconômicos há uma alto grau de dificuldade de execução.
	Descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.	Contempla totalmente. Explicitação pormenorizada das ações itinerantes da barca, envolvendo intervenções educativas por pesquisadorxs em viagens pelo país e mundo.
Grupo 2 – HPV  Realização de palestras, no contexto do IFBA, sobre a utilização de preservativos e vacinação contra IST, com ênfase no HPV, e as questões de gênero envolvidas. Tais ações educativas ocorreriam no instituto, mas com	Introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.	Contempla totalmente. Discussão conceitual acerca do HPV, articulando conceitos sobre o vírus e dados atuais de artigos que explicitam a relação entre o HPV e as questões de gênero.
	Justificativa do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	Contempla totalmente. Abordagem da relevância de tratar sobre a temática do HPV, por meio de uma perspectiva ampla, explicitando conceitos científicos, envolvendo aspectos socioambientais, ao tratar sobre a transmissão, elencando aspectos éticos e políticos, relacionados à vacinação e uso de preservativos, associando também aos papéis de gênero.
	Relação evidente com	Contempla totalmente. Articulação explícita

<sup>96</sup> É importante destacar que xs estudantes conheciam as informações relacionadas às assertivas, por exemplo, sabiam que a exposição sobre a proposição da ação sociopolítica deveria ter uma apresentação geral com objetivo, justificativa e meios para desenvolvimento, mas não de forma sistemática, de modo que recomendamos que ocorra essa apresentação sistemática prévia em futuras aplicações da SD.



abertura para toda a comunidade local externa.	questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.	com questões de opressão de gênero.
	Compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.	Contempla totalmente. Por meio das ações educativas são propostas discussões que visam desmistificar a associação do uso do preservativo com uma visão negativa da mulher, informar sobre riscos e benefícios do anticoncepcional, discutir a importância da vacinação e alertar sobre as relações desiguais de gênero e a relação destas com as IST.
	Exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dxs proponentes.	Contempla totalmente. Ação elaborada para ser desenvolvida no campus do IFBA pelos próprios proponentes.
	Descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.	Contempla totalmente. Explicação precisa sobre a proposição das palestras, de modo que o grupo também busca associar a ação com projetos que já existem na escola.
Grupo 3 – Pessoas em situação de rua  Criar grupo no <i>Facebook</i> para reunir pessoas que se engajem na causa, por meio de discussões e ações nas ruas, com a finalidade de buscar recursos para ajudar as pessoas em situação de rua, associado à orientação de questões jurídicas, em termos de direitos.	Introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.	Contempla totalmente. Conceitos e dados muito bem traçados e atuais, a partir da descrição, por exemplo, de situações recentes sobre a retirada dos Pontos de Cidadania na capital baiana e elementos teóricos e políticos acerca da temática.
	Justificativa do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	Contempla parcialmente, de modo que há explícita justificativa social, científica, ética e política, por meio de dados circunstanciados e uso de um livro, sendo ausente justificativa do ponto de vista ambiental.
	Relação evidente com questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.	Contempla totalmente. Questões de classe e raça muito bem pontuadas.
	Compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.	Contempla totalmente. A ação apresenta dois importantes compromissos que geram mudanças: 1) mobilização de pessoas para se engajarem em discussões e ação; e 2) busca de recursos para auxílio em necessidades básicas e orientação jurídica a pessoas em situação de rua. Ambas as ações são potenciais para mudanças relacionadas a pelo menos duas formas de alteração negativa: opressão de classe e racismo.
	Exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dxs proponentes.	Contempla totalmente. A proposição apresenta viabilidade de execução.
	Descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.	Contempla parcialmente, pois, embora a proposta seja detalhada, é pouco compreensível. Não se explicita de que maneira irão captar recursos e como especificamente ajudarão as pessoas em situação de rua. No entanto, explicam de forma satisfatória sobre a disseminação de informações sobre direitos jurídicos dessas pessoas.
	Grupo 4 – ética médica	Introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre

<p>Propor a organização de movimentos sociais para mudar aspectos do código de ética da medicina. Para isso, a ASP propõe uma matéria escolar para educar eticamente desde o início da vida cidadã.</p>	a qual se propõe agir.	médicas problemáticas do ponto de vista ético.
	Justificativa do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	Contempla parcialmente, de modo que há justificativa social, científica ética e política, mas é ausente uma justificativa do ponto de vista ambiental.
	Relação evidente com questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.	Contempla parcialmente, pois, embora a ação proponha um componente curricular que vise educar eticamente e isso se relacione com situações opressivas da sociedade, não são explicitadas as situações alteradoras relacionadas à ação.
	Compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.	Contempla parcialmente, já que, embora se pontue acerca das relações desiguais de poder da prática médica, não ficam evidentes as alterações negativas relacionadas que poderiam ser denunciadas/evitadas/combatidas com a ação.
	Exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dxs proponentes.	Não contempla. Por não ter uma ASP bem delimitada, não é possível avaliar sua exequibilidade.
	Descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.	Não contempla. Não há descrição compreensível nem há detalhamento acerca da ASP.
<p>Grupo 5 – Representatividade feminina na ciência</p> <p>Divulgação por meio de cartazes e banners no campus do IFBA, em Camaçari, de informações sobre importantes cientistas mulheres e que não tiveram o devido reconhecimento, visando incentivar as mulheres a ingressarem no campo da ciência. Expandir os resultados para implementar em outras escolas.</p>	Introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.	Contempla totalmente. São explicitados nomes de cientistas mulheres que deram grandes contribuições ao campo da ciência, mas que não tiveram devido reconhecimento.
	Justificativa do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	Contempla parcialmente, de modo que são explicitadas justificativas sociais, científicas, éticas e políticas, sendo ausente justificativa do ponto de vista ambiental.
	Relação evidente com questões de alteração negativas presentes na sociedade atual.	Contempla totalmente. Há relação explícita com a problemática da opressão de gênero.
	Compromisso com a promoção de mudança de valores, discursos e práticas que geram alteração negativa.	Contempla totalmente. A proposta assume o compromisso de denunciar práticas alteradoras da ciência, no que se refere à opressão de gênero e, além disso, incentivar as estudantes do campus a ingressarem na ciência.
	Exequível, em condições sociais, econômicas e contextuais dxs proponentes.	Contempla totalmente. Trata-se de um ação viável, que requer estudo e sistematização de informações pelos proponentes e divulgação desses conhecimentos pelo campus, além de ser possível também a expansão para outras instituições de ensino.
	Descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos relacionados à ação.	Contempla parcialmente, pois, embora a ação tenha sido exposta de modo compreensível, não há detalhamento do passo a passo sobre a produção e fixação dos cartazes e banners pelo campus e nem a proposta de levar para outros espaços escolares.

De modo geral, com base na análise do quadro acima, identificamos que, no que se refere a uma apresentação geral da proposição de ASP, composta por uma introdução fundamentada e justificativa em diferentes dimensões, apenas o grupo 2 atendeu totalmente esse aspecto. O grupo 1 apresentou parcialmente tanto a introdução quanto a justificativa e os grupos 3, 4 e 5 apresentaram totalmente suas introduções, sendo que suas justificativas ficaram incompletas apenas no que se refere à dimensão ambiental. Este resultado indica que, de modo geral, os grupos buscaram fundamentos conceituais e de dados relacionados à temática e sustentaram suas propostas em importantes dimensões. A ausência de justificativa ambiental para as propostas dos grupos 3, 4 e 5 pode estar relacionada com uma perspectiva limitada da relação de suas temáticas com o domínio A, nas relações entre CTSA. Nesse sentido, consideramos que o processo de ensino e as orientações para proposição das ASP poderiam ter buscado evidenciar as relações indissociáveis destes domínios, a fim de proporcionar uma visão mais integral do mundo.

Ademais, consideramos, assim como Hodson (2018), muito relevante que a ASP seja fundamentada não apenas em ciência, mas em outras dimensões (social, ética, política e ambiental), de modo que o trabalho com QSC que se compromete com a formação para ASP é útil para uma melhor aprendizagem de conteúdos científicos aliada ao desenvolvimento cognitivo e ético dxs estudantes (REIS, 2013), já que proposições de ensino desta natureza não têm apenas como finalidade a construção de conhecimentos sobre os temas científicos relacionados (MARQUES; REIS, 2018).

No que se refere à relevância social da ASP, item associado à relação da proposta com questões de alterização negativa e ao compromisso com a promoção de mudanças de valores, discursos e práticas que geram tais alterizações, identificamos que o grupo 1, o qual também se distanciou totalmente da proposta de ASP que fora solicitada, sendo a mesma, inclusive, não exequível em termos socioeconômicos e contextuais, não a apresentou nos termos mencionados. O grupo 4 apresentou parcialmente tal relevância, pois não articulou de forma nítida sua propostas com alterizações negativas do contexto atual e as possíveis formas de combate. Já os grupos 2, 3 e 5 contemplaram totalmente o item, deixando evidente a articulação da proposta com os problemas de opressão da história do tempo atual, em que foram pontuadas, respectivamente, questões de gênero; raça e

classe; e gênero novamente. Consideramos que a adoção da perspectiva radical freireana da educação científica nesta SD, em que o processo dialógico sobre QSC foi realizado de modo comprometido com as ASP (SANTOS, 2008), foi potencial para que a maioria das propostas tivesse compromisso com a promoção da transformação de valores, discursos e práticas que geram alterações negativas.

Por fim, o critério de análise ligado às possibilidades de aplicação da ASP, relacionado à exequibilidade da proposta e à apresentação de uma descrição compreensível e detalhada de aspectos metodológicos ligados à ação, demonstrou que apenas os grupos 1 e 4 não apresentaram propostas exequíveis, sendo que os grupos 2, 3 e 5 contemplaram totalmente a possibilidade de execução de suas proposições. Acerca da descrição sobre as etapas da ASP, apenas o grupo 4 não a apresentou, os grupos 3 e 5 apresentaram parcialmente, sendo pouco compreensíveis as formas de executar. O grupo 2, no entanto, apresentou a descrição completa e detalhada das etapas da ASP. O atendimento a esse critério é muito importante no momento de planejar uma ação fundamentada, já que ele vai orientar a execução. No contexto escolar, em que muitos estudantes estão iniciando a prática de ASP, este momento de planejamento é fundamental e organizar bem as etapas pode promover uma ação melhor direcionada. Ademais, o planejamento e a implementação de ações para tentar criar um mundo melhor, por meio da preparação para avaliar criticamente processos e produtos dos campos da ciência e da tecnologia, é urgente em nossa sociedade (BENCZE *et al.*, 2018).

É importante destacar que, embora não seja a primeira vez que algumas/alguns estudantes deste contexto se envolvam em ASP, para todos, esta foi a primeira vez em que eles elaboraram sistematicamente uma ação a ser executada. É óbvio, como alerta Hodson (2018), que nem todas as atividades orientadas por QSC serão bem-sucedidas na promoção, no desenvolvimento e na manutenção de posturas ativistas. Contudo, para uma primeira abordagem sistemática com esse tipo de atividade, consideramos que obtivemos resultados interessantes, de modo que todos na turma realizaram a apresentação de suas propostas. Além disso, assim como no trabalho de Marques e Reis (2018), pelo fato de os estudantes terem tido a oportunidade de experimentar alguns erros, eles terão a chance de melhorar o seu desempenho futuro e, inclusive, antecipar possíveis equívocos no processo de planejamento das ASP. Assim, a partir destes dados empíricos podemos afirmar que devemos continuar apostando neste elemento do

princípio de design, pois não podemos “desperdiçar valiosas (e irrepetíveis) oportunidades de formar, já hoje e nas nossas escolas, cidadãos conscientes da necessidade de participação na vida cívica” (MARQUES; REIS, 2018, p. 492).

Durante o processo de interação no grupo focal, os estudantes participantes foram questionados sobre o que acharam de a SD envolver a elaboração de propostas de ASP por eles e se eles consideram que, ao executar as ações, estas possam ter os objetivos devidamente alcançados. As interações selecionadas seguem transcritas no quadro abaixo:

Quadro 22. Recorte do processo interacionista do grupo focal para responder a expectativa *b* do princípio de design 3.

Estudante A: **A culminância da sequência ser uma ação sociopolítica nos deixa mais assim inseridos nesse contexto de ação mesmo/ de pegar o que a gente viu/ pegar o que a gente estudou ali e por em prática na sociedade/**

Estudante C: A gente pensa na questão dos moradores de rua/ só que a gente trabalha mais assim com o que aparece mais na comunidade/ na questão da oportunidades que a gente teve de fazer ação/  
[...]

Estudante B: **Eu acho que pra garantir que as ações sociopolíticas fossem desenvolvidas/ eu acho que deveria deixar claro que são coisas possíveis/ porque o que a gente viu aqui foram coisas muito utópicas/**

Pesquisadora: Nós não deixamos claro?

Estudante D: Pela apresentação das pessoas eu acho que não/

Pesquisadora: Mas/ o que vocês acham?

Estudante A: Pra mim tava claro o que deveria fazer/

Estudante B: **É porque ação sociopolítica é uma coisa muito ampla/ às vezes você imagina que é uma coisa gigante/**

Estudante A: **Mas/ eu acho que ficou claro que era uma coisa que a gente realmente poderia fazer/**  
((conversas misturadas))

Estudante H: **O Estudante I até deu a ideia de/ tipo/ aproveitar o momento conturbado politicamente que o Brasil 'tá e tentar criar/ tipo/ né criar/ é reacender aqui no campus/ rodas de conversas/ porque quando a gente entrou aqui/ no primeiro ano/ sempre tinha assim/ assembleias e o pessoal chamava pra discutir e tal/ e com o passar dos anos isso foi morrendo/**

Estudante A: Ele foi assassinado/  
((conversas sobre movimento estudantil na escola))

Estudante C: **Eu acho que essa questão da ação sociopolítica possível também passa pelo pertencimento ((inaudível)) a pessoa que quer fazer por fazer/ vai lá/ não que seja algo geral/ mas tem pessoas que faz atividade por fazer/ mas a questão do pertencimento é importante/**

A interação no grupo focal nos permite considerar que a expectativa de ensino relacionada à promoção do envolvimento na proposição de ASP foi alcançada, já que, por exemplo o estudante A comenta: “A culminância da sequência ser uma ação sociopolítica nos deixa mais assim inseridos nesse contexto de ação mesmo/ de pegar o que a gente viu/ pegar o que a gente estudou ali e por em prática na sociedade/”, levando a, inclusive, retomar ações que estavam

paralisadas no campus, evidenciado pelo seguinte trecho do diálogo: “Estudante H: “O *Estudante I* até deu a ideia de/ tipo/ aproveitar o momento conturbado politicamente que o Brasil ‘tá e tentar criar/ tipo/ né criar/ é reacender aqui no campus/ rodas de conversas/ porque quando a gente entrou aqui/ no primeiro ano/ sempre tinha assim/ assembléias e o pessoal chamava pra discutir e tal/ e com o passar dos anos isso foi morrendo/.” Estudante A: “Ele foi assassinado/”.

Ademais, dois aspectos importantes precisam ser considerados:

1) Possível confusão entre ASP e Movimentos Sociais. Embora todos os turnos do episódio de ensino 3 evidenciem a explicitação acerca de ASP como algo que é desenvolvido no contexto social real, podendo ser algo pontual ou mais extenso, sendo trazidos exemplos locais conhecidos pelos estudantes, na reunião de grupo focal os estudantes consideraram que alguns grupos entenderam a ASP como algo muito maior e difícil de ser executada pontualmente, encarando-as como Movimentos Sociais. Esta consideração é evidenciada no seguinte trecho: “Estudante B: Eu acho que pra garantir que as ações sociopolíticas fossem desenvolvidas/ eu acho que deveria deixar claro que são coisas possíveis/ porque o que a gente viu aqui foram coisas muito utópicas/. Pesquisadora: Nós não deixamos claro?” Estudante D: “Pela apresentação das pessoas eu acho que não/.” Pesquisadora: “Mas/ o que vocês acham?” Estudante A: “Pra mim tava claro o que deveria fazer/.” Estudante B: “É porque ação sociopolítica é uma coisa muito ampla/ às vezes você imagina que é uma coisa gigante/.” Estudante A: “Mas/ eu acho que ficou claro que era uma coisa que a gente realmente poderia fazer/”.

2) Pertencimento para elaboração de ASP. Durante o diálogo no grupo focal o Estudante A faz ponderações acerca das propostas de ASP serem interessantes. Na fala seguinte o estudante C, pertencente ao grupo 3, que propôs uma ASP ligada à busca de recursos e orientações jurídicas às pessoas em situação de rua, comenta acerca de as ações terem relação com as oportunidades de ação e necessidades da comunidade. “Estudante C: A gente pensa na questão dos moradores de rua/ só que a gente trabalha mais assim com o que aparece mais na comunidade/ na questão da oportunidades que a gente teve de fazer ação/”.

Ademais, o estudante C aponta: “Eu acho que essa questão da ação sociopolítica possível também passa pelo pertencimento ((inaudível)) a pessoa que quer fazer por fazer/ vai lá/ não que seja algo geral/ mas tem pessoas que faz atividade por fazer/ mas a questão do pertencimento é importante/”. Essa fala é

muito importante, pois revela que a falta de envolvimento de alguns grupos, identificada em alguns critérios da ferramenta sobre ASP, pode ter relação com o distanciamento dos grupos com as temáticas escolhidas.

A partir disso, podemos afirmar, por meio das imagens em vídeo das aulas, que os grupos que elaboraram propostas de ASP ligadas explicitamente a processos de alterização negativa que envolvem raça, classe e gênero eram compostos principalmente por estudantes negrxs e meninas. Nesse sentido, é importante ter em conta que a aproximação afetiva/emocional que xs estudantes desenvolvem por meio do estudo de QSC é um fator essencial para o envolvimento na busca pelo conhecimento e na percepção de que elxs são responsáveis diretxs e, por isso, capazes de (e necessárixs para) promover ações de mudança (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Como forma de aperfeiçoar a expectativa de ensino aqui analisada, propomos alguns cuidados: 1) é importante, para formação para ASP, solicitar que xs estudantes contem possíveis casos e/ou problemáticas que elxs e/ou a comunidade em que vivem enfrentam, para, a partir disso, orientar e preparar para o processo de planejamento da ação; 2) é necessário maior tempo para debate sobre ASP, estimulando fortemente a participação dxs estudantes no processo dialógico. Esse é um desafio importante a ser enfrentado no Brasil que, assim como no contexto de Portugal, a gestão do tempo advém, muitas vezes, da dificuldade em encontrar sobreposições do tema com os tópicos curriculares, o que pode transformar trabalhos desta natureza até mesmo em tarefas extra-curriculares (MARQUES; REIS, 2018); e 3) é necessário maior acompanhamento do planejamento das ações, de modo que sejam organizados horários de aula e/ou no turno oposto para que xs estudantes possam mostrar a professora ou ao professor o andamento das proposições.

Contudo, diante das evidências discutidas por meio das três vias analíticas, consideramos que, no contexto dessa sala de aula, a expectativa de ensino foi alcançada. Assim, elencamos aspectos relevantes do ensino que foram potenciais para promover as capacidades de proposição de ASP: 1) utilização de exemplos gerais de ASP baseadas na perspectiva de Reis (2013); 2) abordagem de exemplos de ASP locais – do contexto escolar, nacionais e internacionais que foram e/ou são bem sucedidos e que estão ligados a posturas de denúncia e ação contra situações de alterização negativa; 3) detalhamento sobre os procedimentos da proposição de

ASP que xs estudantes se envolverão; e 4) adoção da perspectiva radical freireana da educação científica, em que o processo dialógico sobre QSC foi realizado de modo comprometido com a proposição das ASP.

Diante da discussão desses resultados, consideramos que o princípio de design aqui analisado, com suas duas expectativas de ensino, foi validado empiricamente, já que elementos importantes do diálogo verdadeiro freireano foram alcançados e as capacidades de proposição de ASP foram identificadas, mediante elementos específicos do processo de ensino, acima explicitados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo teve por objetivo investigar princípios de design de uma SD sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do Ensino Médio. O desenho teórico-metodológico desta pesquisa foi planejado de modo a investir esforços para validar os três princípios de design ainda não investigados por trabalhos empíricos, cujas características são: 1) Uso didático de uma QSC baseada num caso real, 2) Ensino explícito de ética e 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire.

A investigação dos princípios de design foi conduzida por meio da análise sobre o alcance das expectativas de ensino planejadas, sendo que as fontes de informações utilizadas foram: grupo focal, registro audiovisual das atividades de sala de aula, atividades escritas e caderno de campo. Por meio de diferentes ferramentas analíticas - duas destas desenvolvidas e validadas no contexto desta investigação -, os resultados desse estudo apontam um conjunto de evidências que indicam a validade dos três princípios de design investigados, no contexto da sala de aula.

O uso didático de uma QSC com caso real foi potencial para que fossem realizadas articulações entre os domínios CTSA, promovendo determinadas capacidades de PC e a análise de situações concretas que envolvem alteração negativa. Essas constatações foram elaboradas com base nas evidências produzidas para cada expectativa de ensino relacionada ao princípio de design investigado.



A primeira expectativa de ensino deste princípio de design foi validada tendo em vista evidências ligadas aos aspectos de ensino que propiciaram o debate articulando os conhecimentos e práticas científicos com valores e práticas sociais mais amplas. Os aspectos principais são: 1) as questões orientadoras que visam problematização interdisciplinar dos conteúdos e estão elencadas na SD baseada numa QSC, sendo um elemento procedimental do princípio; 2) a abordagem que preconiza articulação explícita entre os domínios CTSA, de modo que análises éticas e políticas foram propiciadas, demonstrando a potencialidade de que a perspectiva CTSA em conjunto com o uso de QSC favoreça uma abordagem interdisciplinar no componente curricular de biologia, fomentando debates tanto epistemológicos quanto axiológicos; e 3) postura questionadora, explicitamente crítica e posicionamento político não neutro da professora, de modo que os estudantes precisavam pensar sobre as problemáticas para emitir suas opiniões, na maioria das vezes fundamentadas nos materiais de ensino, como os TDC.

O alcance da promoção do desenvolvimento das capacidades de PC, segunda expectativa de ensino deste princípio de design, foi evidenciado por elementos de ensino que podem ser sintetizados em duas características principais: 1) abordagem sobre situações controversas contextualizadas que relacionam assuntos científicos com implicações sociais, e 2) planejamento de ensino que visa promoção de debate ampliado, por meio do uso de questionamentos, pequenos casos e questões orientadoras ligadas à QSC e para além desta. Defendemos que as capacidades de PC alcançadas, embora não sejam suficientes de modo isolado para uma postura crítica, quando combinadas são potenciais para gerar a criticidade associada à autonomia para decidir sobre o que acreditar/considerar e o que fazer.

Para a terceira expectativa desse princípio de design, consideramos alguns importantes elementos de ensino que propiciaram a análise pelos estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, sendo principalmente: 1) a organização da SD com as questões orientadoras e baseada numa QSC com caso real que envolve situações opressivas, a qual favoreceu a identificação, análise, discussão e crítica, pelos estudantes, de diferentes situações que envolvem alterizações negativas; 2) o tratamento do problema ético-político do racismo pela via da discussão conceitual sobre raça, por meio da consideração de raça como construção social, e não como conceito classificatório de grupos biológicos; e 3) a postura dialógica e

explicitamente política da professora que, em consonância com os pressupostos freireanos os quais entendem a educação como fenômeno diretivo e político em si (FREIRE, 2017), não recusou-se a expressar seus posicionamentos e valores, respeitando as falas dxs estudantes e permitindo-lhes fazer as suas próprias escolhas.

Embora tenhamos encontrado dificuldades do ponto de vista de formação restrita em filosofia moral e do limitado tempo para desenvolver as ações de ensino, o que certamente resultou numa insuficiente compreensão conceitual da maioria dos grupos quanto às teorias morais, consideramos que, de modo geral, o emprego do ensino explícito de ética - segundo princípio de design testado empiricamente - favoreceu a tomada de posição ético-moral, em que são acionadas teorias morais. Os elementos de ensino potenciais para a validação do princípio foram: 1) a discussão explícita sobre as teorias morais; 2) o uso de exemplos próximos às realidades dxs estudantes para elucidar as tomadas de posição ético-morais; e 3) o uso de questões orientadoras associadas a QSC com caso real.

O terceiro princípio de design - ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire - cumpriu o papel de estimular o diálogo verdadeiro e a proposição das ASP. A análise sobre as implicações formativas do processo de dialogicidade nesta sala de aula de biologia evidenciou a relevância da perspectiva dialógica freireana. Nesse sentido, elencamos aspectos relevantes do ensino que propiciaram a validação deste princípio de design e que podem ser considerados em propostas de ensino dialógicas: 1) a organização prévia de um conjunto de questões interdisciplinares e explicitamente articuladas aos objetivos de aprendizagem; 2) a apresentação de um questionamento inicial que gera o debate; 3) o processo dialógico empreendido associado a uma postura de posicionamento político explícito da docente; 4) a solicição de um posicionamento ético-político dxs estudantes quanto às problemáticas em debate; e 5) a abordagem respeitosa, com vistas a uma escuta sensível, e o fomento a um ambiente em que todxs xs estudantes sejam estimuladxs ao diálogo verdadeiro, à comunicação - de modo a não incorrer em anti-diálogo ou pseudodiálogo - como condição para o desenvolvimento do PC e da formação política.

O alcance da expectativa de ensino ligada à promoção das capacidades de proposição de ASP é evidenciada por relevantes aspectos do ensino utilizados, são eles: 1) utilização de exemplos gerais de ASP baseadas na perspectiva de Reis

(2013); 2) abordagem de exemplos de ASP locais – do contexto escolar, nacionais e internacionais que foram e/ou são bem sucedidos e que estão ligados a posturas de denúncia e ação contra situações de alterização negativa; 3) detalhamento sobre os procedimentos da proposição de ASP que xs estudantes se envolverão; e 4) adoção da perspectiva radical freireana da educação científica, em que o processo dialógico sobre QSC foi realizado de modo comprometido com as ASP.

Para cada princípio de design e suas expectativas, no entanto, propomos modos de aperfeiçoamento das práticas de ensino para melhor atender às expectativas apostadas, que foram possíveis de serem elaborados graças ao teste empírico da SD. Por exemplo, os posicionamentos propostos pelo princípio de ensino explícito de ética e as proposições de ASP no princípio de ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire constituíram em simulações e propostas que poderiam ser executadas, respectivamente. Embora essas abordagens tenham caracterizado uma primeira aproximação para xs estudantes, em uma SD de apenas 4 encontros, consideramos essa perspectiva limitante, já que o ideal é que se pensem abordagens de ensino que possam ir além de uma mera simulação ou apenas propositivas de ASP, mas que sejam executadas durante o processo de ensino e de aprendizagem, no tempo escolar, para que as QSC que visam promover ASP sejam formativas no contexto escolar. Essas considerações são feitas no sentido de aprimorar a SD, visando sua iteração em estudos futuros.

Como uma forma de contribuir mais fortemente para o ensino de biologia celular sensível à educação das relações étnico-raciais e às questões de gênero e que objetive formar para uma visão equilibrada da ciência, consideramos relevante incluir novo princípio de design que subscreva uma abordagem decolonial dos saberes e, portanto, positiva sobre a produção do conhecimento científico pela população negra, a partir de exemplos de cientistas negrxs que atuam na área da biologia celular. Um exemplo relevante e contemporâneo é o de uma cientista negra, a mestra Simone Maia Evaristo, bióloga e citogeneticista, com especialização em Citologia Clínica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e mestrado profissional em Infecção HIV/AIDS e Hepatites Virais, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Ela é presidente da Associação Nacional de Citotecnologia (ANACITO), sendo a única brasileira no quadro de membros ativos, como membro diretora da International Academy of Cytology (IAC). É supervisora na área de ensino técnico do Instituto Nacional do Câncer (INCA), docente em pós-

graduação na área de Citologia Oncótica e tem desenvolvido estudos na área de controle do câncer. Este exemplo pode ser potencial para trabalhar o pertencimento positivo de mulheres e pessoas negras, além de ser poderoso e adequado, pois permite a abordagem do tema de mitose e câncer, em biologia celular, foco desta pesquisa.

Diante dos resultados do presente estudo, consideramos que, além das razões teóricas sobre a relevância das abordagens de ensino baseadas nos princípios de design apostados, esta investigação produziu evidências empíricas da relevância dos três princípios, o que nos autoriza a continuar apostando no seu uso, com base nos aperfeiçoamentos propostos, para a iteração em estudos futuros. Neste sentido, os princípios de design validados apresentam o potencial de serem usados por outros docentes em contextos de ensino semelhantes ao nosso e também por meio de adaptações aos seus contextos de ensino, a partir da generalização situada. Assim, a pesquisa de design educacional aqui empreendida visou contribuir para a comunidade da educação científica, tanto na produção de conhecimento científico quanto prático em ensino de ciências, de modo que são produtos desse estudo: 1) o entendimento teórico produzido pela empiria; 2) o produto educacional, em nosso caso a SD; e 3) a experiência profissional formativa, possível por conta do trabalho colaborativo.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Carol J. **A política sexual da carne**: a relação entre o carnivorismo e a dominância masculina. São Paulo: Alaúde Editorial, 2012.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. **Colaboração entre pesquisadores e professores de ensino de ciências e biologia**: um estudo da organização e desenvolvimento da prática social do grupo CoPPEC. 115 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2014.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira *et al.* Pesquisa colaborativa: um caminho para a superação da lacuna pesquisa-prática e promoção do desenvolvimento profissional docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

ANDRADE, Maria Aparecida Silva *et al.* Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, n.1, p. 171-191, 2016.

ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 113, p. 51-64, 2001.

AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma metodologia para análise de dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, Flavia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana Maria. **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006, p. 239-296.

ARTEAGA, Juanma *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662015000300615&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662015000300615&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BARBOSA, Jonei Cerqueira; OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Perspectivas da Educação Matemática**, UFMS, v. 8, número temático, p. 526-546. 2015.

BASTOS, Fernando. O Conceito de célula viva entre alunos do segundo grau. **Em Aberto**, ano 11, n. 55, p. 63-69, 1992. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1860/1831>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

BECKERT, Cristina. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BENCZE, John Lawrence; CARTER, Lyn; KRSTOVIC, Mirjan. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists' Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 14, n. 2, p. 39-56, 2014. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2689/2055>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

BENCZE, Larry *et al.* Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 515-559.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Editora Porto, 1994.

BONJOUR, Laurence; BAKER, Ann. **Philosophical problems: an annotated anthology**. Reprint, 2. ed. Washington: Reprint, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466/2012**. Diretrizes e Normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial da União, 2013.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510/2016**. Brasília: Diário Oficial da União, 2016.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana**. Brasília, 2004.

CARLAN, Francele de Abreu de A. *et al.* O estudo da célula e a motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-9.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Nino. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1588/774>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001. Disponível em: <<http://lrc-ead.nutes.ufrj.br/constructore/objetos/obj20452.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

\_\_\_\_\_. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77-118.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p.1132-1147, 2016.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. **11th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**, 2015, Helsinki. Programme. Helsinki, Finlândia: ESERA, 2015.

CONRADO, Dália Melissa; CONRADO, Iris Selene. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 218-231, 2016. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/40>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CONRADO, Dália Melissa. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia**. 2013. 220 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Niño; NUNES-NETO, Nei. Sobre a ética ambiental na formação do biólogo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v.30, n.1, p.120-139. 2013.

DAVIS, Angela. **Mulheres, raça e classe**. Tradução Heci Regina Candiani. São Paulo: Boitempo, 2016.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* Genética, raça e políticas de ações afirmativas a partir de questões sociocientíficas. In: VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, VI

ESOCITE. BR. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2015. p. 392.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* As contribuições da exposição Ciência, Raça e Literatura para a educação das relações étnico-raciais. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 1, n. 7, p. 7226-7238, 2014.

EL-HANI, Charbel Niño; GRECA, Ileana María. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia. **Ciência e Educação**. v. 17, n. 3, 2011.

FANON, Frantz. **Os condenados da terra**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1968.

FOGAÇA, Monica. **Papel da inferência na relação entre os modelos mentais e modelos científicos de célula**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e da Matemática). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 64. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

\_\_\_\_\_. **Extensão ou comunicação?** 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

GATTI, Bernardete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GAMBLE, Vanessa Northington. Under the shadow of Tuskegee: African Americans and health care. **American journal of public health**, v. 87, n. 11, p. 1773-1778, 1997.

GIL, Antonio Carlos. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GUIMARÃES, Ana Paula Miranda *et al.* O aquecimento global como conteúdo norteador para ensinar sobre visão sistêmica do planeta terra no ensino médio. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

HARGREAVES, David H. The knowledge-creating school. **British Journal of Educational Studies**, n. 47, p.122-144, 1999.

HODSON, Derek. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre Questões Sociocientíficas. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 27-57.

\_\_\_\_\_. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

\_\_\_\_\_. **Looking to the Future: building a curriculum for social activism.** Toronto: Sense Publishers, 2011.

IBIAPINA Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos.** Brasília: Liber Livros, 2008.

KORTLAND, Koos. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, New York, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LEMOS, A. C. C. *et al.* O uso de modelo didático para o ensino de célula vegetal. **Revista da SBEnBio**, n. 3, 2010.

LEVINSON, Ralph. Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

LEYSER, Vivian. Resenha: A vida imortal de Henrietta Lacks. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 243-249, 2012.

LIMA, Gleisa Pereira de Souza; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no Movimento CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, 8., Campinas. **Atas...** Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, Rogério Diniz (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas.** Brasília, UNESCO, 2009. p. 85-93.

MACEDO, Roberto Sidnei. **A etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação.** 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2004.

MANZKE, Gabriela Rodrigues *et al.* Concepção de célula por alunos egressos do ensino fundamental: exercício 03 e indivíduos unicelulares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-11.

MARCUSCHI, Luiz Antonio. **Análise da conversação.** São Paulo: Editora Ática, 2000.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. Geoengenharia do clima: uma controvérsia sociocientífica sobre a responsabilidade na manipulação do clima. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 345-362.

\_\_\_\_\_. O desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ativismo em contexto escolar: resultados do projeto irresistível em Portugal. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018, p. 491-514.

MCINTYRE, Donald. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357-382, 2005.

MCKENNEY, Susan; REEVES, Thomas. **Conducting educational design research.** Abingdon: Routledge, 2012.



MCKENNEY, Susan. **Computer-based support for science education materials developers in Africa: exploring potentials**. Tese (Doutorado). Enschede: University of Twente, 2001.

MELO, Iran Ferreira de. Análise do discurso e análise crítica do discurso: desdobramentos e intersecções. **Letra Magna** - Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Língua Portuguesa, Lingüística e Literatura, São Paulo, v.5, n.11, p.1-18, 2009.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

\_\_\_\_\_. **Meaning making in science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MUNIZ, Cássia Regina Reis *et al.* Estudo de desenvolvimento de uma intervenção para o ensino de metabolismo energético – segundo protótipo. IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBO) e II Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBO), **Anais...** Goiânia: SBEnBIO, Regional 4, set. 2012.

OLIVEIRA, Fausto Eduardo de; SILVA, Mirian Pacheco. Cell membrane: jogo eletrônico como recurso didático no ensino de citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0154-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229-241, 2012.

PAIVA, Ayane de Souza. **Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal**. 225 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

PAIVA, Ayane de Souza; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Trabalho colaborativo e investigação qualitativa: um rigor outro para validação de sequências didáticas socioculturalmente referenciadas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 3., 2014, Badajoz. **Atas...** Badajoz, 2014. p. 307-312.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia** (15º SNHCT). Florianópolis: SBHC, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC). Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

\_\_\_\_\_. Biologia celular: uma revisão sistemática sobre experiências didáticas no ensino médio. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 201-229, 2018.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Design principles for a didactic sequence on cell biology contextualized by social and ethical issues. **Conexão Ciência**, v. 12, n. esp. 2, p. 76-82, 2017a.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Validação de uma sequência didática sobre mitose e câncer articulada com discussões éticas e ações sociopolíticas. In: VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia (VIII EREBIO). **Anais...** Rio de Janeiro, SBEnBIO, 2017b.

PALMERO, Maria Luz Rodríguez. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p.123-152,1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/633>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

PEDRETTI, Erminia G.; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Wiley Online Library**, p. 601-626, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20435/abstract>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

PEDRETTI, Erminia G. *et al.* Promoting issues based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. **Science & Education**, Dordrecht, v. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2008.

PEDRETTI, Erminia G. Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. **School Science and Mathematics**, Menasha, v. 99, n. 4, p. 174-181, 1999.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores.** São Paulo: UNESP, 2012.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; LOZANO, Diana Lineth Parga. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.** v. 8, n. 1, p 23- 35, 2013.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.

PLOMP, Tjeerd. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, Tjeerd; NIEVEEN, Nienke. (Eds.). **An introduction to educational design research.** Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.

RATCLIFFE, Mary. Pupil decision-making about socioscientific issues, within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, London, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista.** v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

ROLOFF, Aion *et al.* O uso do “x” como marca de gênero no facebook®: uma análise sociolinguística. **Revista Versalete**, v. 3, n. 4, p. 26-42, 2015.

SÁ, Thiago Serravalle de *et al.* Energetic metabolism in biology classrooms: a developmental study of a teaching sequence. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, v. 167, p. 50-55, 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SILVA, Karolina Martins Almeida e; SILVA, Shirley Margareth Buffon da. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões**

**Sociocientíficas:** fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-452.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361- 382, 2008.

\_\_\_\_\_. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**. v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 02, n. 2, p. 1-23, 2002.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Dissertação (Mestrado Ensino, História e Filosofia das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Campinas: ABRAPEC, 2011.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013.

SEPULVEDA, Claudia *et al.* A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre o estatuto epistemológico da pesquisa docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

SILVA, Cristiane Helena da *et al.* Modelos didáticos no ensino de biologia celular: uma experiência com a "célula-gel". In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-8.

SILVA, Paulo Fraga da. Bioética e educação ético-moral: desafios à formação de professores. In: CONGRESSO DE PESQUISAS EM PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO MORAL, II **Anais...** p. 752-765. 2011.

SILVEIRA, Mariana Leite da; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. Alternativas didáticas para o ensino: uma revisão considerando a citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0542-2.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SIMONS, Helen *et al.* From evidence-based practice to practice- based evidence: the idea of situated generalization. **Research Papers in Education**, v. 18, p. 347-364, 2003.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

SOLBES, Jordi; TORRES, Nidia Y. Analisis de las competencias de pensamiento critico desde el aborde de las cuestiones socio-cientificas: un estudio en el ambito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, Valencia, n. 26, p. 247-269, 2012. Disponível em: <<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25687/1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

SOLBES, Jordi. Contribucion de las cuestiones sociocientificas al desarrollo del pensamiento critico (II): Ejemplos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de La Ciencias**, Puerto Real, v. 10, n. 2, p. 148-158, 2013.

SOUSA, Alessandro Eduardo de Almeida; MUNIZ, Cássia Regina; SARMENTO, Anna Cássia de Holanda. O processo heurístico da construção do conceito de inovações educacionais por um grupo colaborativo de pesquisa. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 97-126.

SOUZA, Hemilly Cerqueira; PAIVA, Ayane de Souza; NUNES-NETO, Nei. Racismo e sexismo no ensino de biologia: uma proposta de ensino baseada em questões sociocientíficas para a formação de uma cidadania crítica. In: **VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología e III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias** (VII CIEB e III CIEC). Buenos Aires, 2016.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. Renovar as práticas didático-pedagógicas em direção ao promover da literacia científica crítica. **Documentos de Trabalho de IBERCIENCIA**. n. 2. Madrid, España, 2014.

\_\_\_\_\_. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v. 18 n. 52, p. 163-242, 2013.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

TORRES, Nidia; SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 59-76.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2012.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.), **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. p. 1-14.

VERRANGIA, Douglas; SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de Ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010.

VERRANGIA, Douglas. Criações docentes e o papel do ensino de ciências no combate ao racismo e a discriminações. **Educação em Foco**, v. 21, n. 1, p. 79-103, 2016.

VIEIRA, Rui Marques; TENREIRO-VIEIRA, Celina; MARTINS, Isabel P. Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 43-54, 2011.

WARBUTON, Nigel. **Elementos básicos da filosofia**. Lisboa: Gradiva, 2007.

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

ZEICHNER, Kenneth M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, Corinta M. G.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. (Org.) **Cartografia do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 207-235.

ZITKOSKI, Jaime José. Diálogo/Dialogicidad. In: STRECK, Danilo R.; RENDÍN, Euclides; ZITKOSKI, Jaime José. (Org.). **Dicionário. Paulo Freire**. Lima: CEAAL, 2015. p. 152-154.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Este trabalho de tese buscou investigar princípios de design de uma SD sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM. Especificamente, objetivamos: a) analisar abordagens de biologia celular propostas para o ensino médio, por meio de uma revisão das experiências didáticas relatadas na literatura especializada; b) analisar formas de alterização pautadas na articulação entre racismo, sexismo e opressão de classe presentes no caso do uso das células de Henrietta Lacks; c) desenvolver princípios de design de uma SD sobre biologia celular, para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões, com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM, d) analisar as implicações do processo de validação prévia de uma SD sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento da pesquisa de design educacional empreendida, e e) investigar princípios de design para o ensino de mitose e câncer de uma SD que visa promover capacidades de PC e de proposição de ASP.

A partir de um trabalho colaborativo e adotando uma abordagem qualitativa, desenvolvemos esta investigação fundamentada na Pesquisa de Design Educacional, contemplando a fase preliminar, em que ocorre a análise do contexto e das necessidades, o desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura e no conhecimento docente, sistematizados por meio das respostas aos três primeiros objetivos específicos. Desenvolvemos também a fase de prototipagem, por meio do desenho da intervenção didática, da validação da mesma por docentes de biologia e feministas e pela investigação dos princípios de design, contemplando os dois últimos objetivos específicos. Assim, foi realizado um ciclo de prototipagem com avaliação formativa para o aperfeiçoamento da intervenção, por meio do qual analisamos as potencialidades e os limites dos princípios de design testados empiricamente, no contexto real de sala de aula do EM, do IFBA, Campus Camaçari.

Por se tratar de um relatório de pesquisa como coleção de artigos – *multipaper* -, cada objetivo específico dessa tese correspondeu ao objetivo geral de um artigo independente que, de modo global, respondem ao objetivo geral da tese. Todos os artigos ligados a esta investigação foram completamente ou parcialmente

publicados em anais de eventos nacionais ou internacionais e/ou em periódicos da área de Ensino de Ciências ou História das Ciências.

O primeiro artigo apresentou uma análise sobre as formas de abordagem didática de biologia celular propostas para o EM, através de uma revisão sistemática na literatura especializada. Utilizamos como critério de marco temporal inicial a década de 1990, quando se consolidou no Brasil a abordagem educacional sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, perspectiva educacional que consideramos uma tentativa de superação do ensino fragmentado. A investigação envolveu a análise de trabalhos publicados nas principais revistas de pesquisa em ensino de Ciências no âmbito nacional e em anais de encontros nacionais da área.

Os resultados obtidos com esta revisão de publicações indicam um esforço no sentido de diversificação de abordagens didáticas que possam contribuir para a apropriação de conceitos abstratos e complexos, sendo esta a maior dificuldade apontada pelos autores dos trabalhos. Nesse sentido, embora os artigos adotem abordagens diferenciadas para apoiar a aprendizagem, estas estratégias de ensino não contemplam, em sua maioria, contextualização por HFSC, ética, política e/ou CTSA, como possibilidades teórico-metodológicas que poderiam favorecer a apropriação desses conteúdos pelos estudantes, visando uma formação mais abrangente e crítica. Assim, de modo geral, as análises mostraram que, nas abordagens propostas, predomina uma ênfase conceitualista e cientificista, não acionando comumente a história da ciência, questões sociais e dilemas éticos no processo formativo.

Este artigo, como uma primeira aproximação sobre a realidade do ensino de biologia celular no Brasil, nos deu importantes evidências acerca do contexto e das necessidades desse ensino, contemplando parte da fase preliminar da pesquisa de design educacional, e contribuindo para a elaboração da SD aqui empreendida e investigada.

O segundo artigo se apresenta como ensaio teórico que analisa processos de alterização de raça, gênero e classe em um episódio histórico das ciências biomédicas, evidenciados pelo uso não informado/consentido de células do corpo de Henrietta Lacks, na primeira metade do século XX. O artigo apresenta uma discussão acerca da articulação entre diferentes formas de alterização negativa, a partir da argumentação de que há uma mesma base ética para variadas formas de subjugação.

As formas de alterização racista e sexista presentes na história de Henrietta Lacks e o debate ético envolvido permitem justificar a relevância da abordagem deste caso no ensino de biologia. O capítulo apresenta tais implicações para o ensino de biologia, a partir da fundamentação em filosofia moral, na proposta de politização do ensino de ciências de Hodson e em pressupostos da pedagogia crítica de Freire, a partir dos quais apontamos possíveis caminhos para o uso do caso em salas de aulas de biologia, de modo a promover PC sobre as relações entre CTSA, exame de questões éticas na produção do conhecimento científico, e formação para ASP de combate ao racismo, sexismo e outras formas de alterizações negativas. Tais caminhos apontados a partir desse artigo, assim como no artigo anterior, serviram de subsídio para elaboração dos princípios de design desenvolvidos na tese.

No terceiro artigo são desenvolvidos cinco princípios de design de uma SD sobre mitose e câncer, especificamente construída para mobilizar conteúdos em diferentes dimensões, com o objetivo de promover capacidades de PC, bem como o comprometimento com a proposição de ASP por estudantes do EM. Estes princípios de design foram construídos a partir de um trabalho colaborativo entre docentes de ensino superior e uma professora da educação básica que aplicou tais princípios no contexto real de uma sala de aula.

Tais princípios foram elaborados a partir da pedagogia crítica freireana, concentrando-se no propósito político de transformar condições opressivas na sociedade, por meio de uma visão radical do letramento científico, do ensino explícito de ética, do uso de QSC como ferramenta didática e do estabelecimento de um processo dialógico e cooperativo em sala de aula. Nesse sentido, propomos uma educação científica pautada em conteúdos que prezem não apenas o aspecto epistemológico da temática, mas que mobilizem a dimensão procedimental e também uma dimensão que acione elementos axiológicos profundos, promovendo debate pautado em uma visão equilibrada sobre como as ciências podem gerar processos de alterização.

Nesse artigo, ainda, argumentamos acerca do potencial de os princípios de design que compõem o primeiro protótipo da SD propiciarem discussões fundamentadas em questões éticas, desenvolverem capacidades de PC e envolvimento na proposição de ASP pelos estudantes, de modo a contribuir para a educação das relações étnico-raciais, promotora de equidade de gênero e



comprometida com a transformação da sociedade desigual. Esses três primeiros artigos respondem à fase preliminar da pesquisa aqui empreendida, de modo que apresentam a análise do contexto e das necessidades, o desenvolvimento de um quadro conceitual baseado na literatura – e no conhecimento docente (PLOMP, 2009; SEPULVEDA *et al.*, 2016) - e a elaboração dos princípios de design.

O quarto artigo apresentou uma análise sobre as implicações do processo de validação prévia de uma SD sobre mitose e câncer, por docentes de biologia e feministas, para o desenvolvimento da pesquisa de design educacional. Como a SD não se propunha só a trabalhar aspectos conceituais das temáticas – mitose e câncer -, mas a propor debates éticos sobre o progresso da ciência e sobre processos de alterização negativas, como racismo, opressão de classe e machismo, visando desenvolvimento das capacidades de PC e de proposição de ASP, consideramos essencial a participação não apenas de docentes de biologia, mas também de feministas, que se autodeclaravam militantes, para avaliar a intervenção didática.

Como forma de determinar a validade da intervenção, os dados produzidos foram tratados através de uma análise qualitativa, em que o foco foi a descrição e discussão a partir das análises das pessoas que avaliaram, sendo nosso interesse a compreensão e interpretação dessas avaliações para fins de validação. De modo geral, as avaliações de docentes de biologia e feministas apresentaram muitos acordos com a proposta de SD, em termos epistemológicos, éticos e metodológicos.

O processo de validação é muito relevante para o rigor nas pesquisas e nos permitiu aperfeiçoar a intervenção didática, através de ajustes, inclusões e exclusões de elementos, por meio das experiências e dos conhecimentos tanto de profissionais da educação científica quanto de feministas. Além das importantes contribuições do saber prático e de conhecimentos de docentes de biologia da educação básica, ressaltamos a relevância da análise da intervenção por feministas, já que seus conhecimentos e experiências com as temáticas que envolvem ética e ação política contribuíram fortemente para o processo de validação da intervenção de ensino.

Assim como toda a tese, o quinto artigo fundamenta-se na pedagogia crítica freireana e na perspectiva educacional CTSA vinculada ao ensino via QSC, já que tais abordagens visam, em grande medida, formação humanista e crítica. Esse artigo apresenta resultados do estudo empírico de implementação e avaliação do

primeiro protótipo da SD em sala de aula. Assim, o capítulo objetivou investigar três princípios de design, ainda não testados empiricamente, de uma SD sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de PC e de proposição de ASP por estudantes do EM.

O desenho teórico-metodológico do estudo foi planejado de modo a investir esforços para validar os seguintes princípios de design, cujas características são: 1) Uso didático de uma QSC baseada num caso real, 2) Ensino explícito de ética e 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire. A investigação dos princípios de design foi conduzida por meio da análise sobre o alcance das expectativas de ensino planejadas.

Para a validação de cada princípio utilizamos quatro ferramentas específicas de análise que relacionam-se às expectativas de ensino, a saber: a) análise interacionista do grupo focal (MACEDO, 2004; GATTI, 2005); b) Análise Crítica do Discurso (MELO, 2009; CONRADO; CONRADO, 2016); c) ferramenta analítica sobre desenvolvimento das capacidades de PC e d) ferramenta analítica sobre elaboração de propostas de ASP. É importante ressaltar que as duas últimas ferramentas foram elaboradas e validadas no contexto desse estudo.

Os resultados desse estudo apontam um conjunto de evidências que validam os três princípios de design investigados, no contexto da sala de aula. O primeiro princípio de design - uso didático de uma QSC com caso real - foi potencial para que fossem realizadas articulações entre os domínios CTSA, promovendo determinadas capacidades de PC e análise de situações concretas que envolvem alteração negativa. Essas constatações foram elaboradas com base nas evidências produzidas para cada expectativa de ensino relacionada ao princípio de design investigado. Algumas evidências ligadas ao processo de ensino que indicam a validade do princípio foram: 1) as questões orientadoras que visam problematização interdisciplinar dos conteúdos e estão elencadas na SD baseada numa QSC, sendo um elemento procedimental do princípio; 2) postura questionadora, explicitamente crítica, e posicionamento político não neutro da professora, de modo que os estudantes precisavam pensar sobre as problemáticas para emitir suas opiniões, na maioria das vezes fundamentadas nos materiais de ensino, como os TDC; 3) planejamento de ensino que visa promoção de debate ampliado, por meio do uso de questionamentos, pequenos casos e questões orientadoras ligadas à QSC e para além desta; e 4) a postura dialógica e explicitamente política da professora que, em

consonância com os pressupostos freireanos os quais entendem a educação como fenômeno diretivo e político em si (FREIRE, 2017), não recusou-se a expressar seus posicionamentos e valores, respeitando as falas dxs estudantes e permitindo-lhes fazer as suas próprias escolhas.

Embora tenhamos encontrado dificuldades do ponto de vista de formação restrita em filosofia moral e do limitado tempo para desenvolver as ações de ensino, o que certamente resultou numa insuficiente compreensão conceitual da maioria dos grupos quanto às teorias morais, consideramos que, de modo geral, o emprego do ensino explícito de ética - segundo princípio de design testado empiricamente - favoreceu a tomada de posição ético-moral, em que são acionadas teorias morais. Os elementos de ensino potenciais para a validação do princípio foram: 1) a discussão explícita sobre as teorias morais; 2) o uso de exemplos próximos às realidades dxs estudantes para elucidar as tomadas de posição ético-morais; e 3) o uso de questões orientadoras associadas a QSC com caso real.

O terceiro princípio de design - ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire - cumpriu o papel de estimular o diálogo verdadeiro e a proposição de ASP. Elencamos alguns aspectos relevantes do ensino que propiciaram a validação deste princípio de design: 1) a organização prévia de um conjunto de questões interdisciplinares e explicitamente articuladas aos objetivos de aprendizagem; 2) a apresentação de um questionamento inicial que gera o debate; 3) a solicitação de um posicionamento ético-político dxs estudantes quanto às problemáticas em debate; 4) utilização de exemplos gerais de ASP baseadas na perspectiva de Reis (2013); 5) abordagem de exemplos de ASP locais – do contexto escolar, nacionais e internacionais que foram e/ou são bem sucedidos e que estão ligados a posturas de denúncia e ação contra situações de alterização negativa; e 6) adoção da perspectiva radical freireana da educação científica, em que o processo dialógico sobre QSC foi realizado de modo comprometido com as ASP.

Alguns limites foram encontrados durante a fase de aplicação da SD, a saber: 1) formação restrita em filosofia moral, o que gerou algumas dificuldades no ensino explícito de ética; 2) escassez de tempo para a abordagem das relações CTSA propostas em que eram articulados conteúdos em diferentes dimensões, de modo que essa escassez tem relação com a formatação tradicional do currículo que privilegia uma quantidade excessiva de conteúdos conceituais; e 3) elevado número

de questões orientadoras elaboradas, as quais poderiam ser trabalhadas de modo mais resumido, para atender ao tempo disponível.

Para cada princípio de design e suas expectativas propomos modos de aperfeiçoamento das práticas de ensino para melhor atender às expectativas apostadas, que foram possíveis de serem elaborados graças ao teste empírico da SD.

Este estudo também gerou uma proposição de princípio de design para o ensino de biologia celular sensível à educação das relações étnico-raciais e às questões de gênero e que objetive formar para uma visão equilibrada da ciência. A sugestão é de um princípio que subscreva uma abordagem decolonial dos saberes e, portanto, positiva sobre a produção do conhecimento científico pela população negra, a partir de exemplos de cientistas negrxs que atuam na área da biologia celular. Um exemplo relevante e contemporâneo é o de uma cientista negra, a mestra Simone Maia Evaristo, bióloga e citogeneticista, com especialização em Citologia clínica pela UFRJ, e mestrado profissional em Infecção HIV/AIDS e Hepatites Virais, pela UNIRIO. Ela é presidente da ANACITO, sendo a única brasileira no quadro de membros ativo, como membro diretor da IAC. É supervisora na área de ensino técnico do INCA, docente em pós-graduação na área de Citologia Oncótica e tem desenvolvido estudos na área de controle do câncer. Este exemplo pode ser potencial para trabalhar o pertencimento positivo de mulheres e pessoas negras, além de ser poderoso e adequado, pois permite a abordagem do tema de mitose e câncer, em biologia celular, foco desta pesquisa.

Diante dos resultados do presente estudo, consideramos que além das razões teóricas sobre a relevância das abordagens de ensino baseadas nos princípios de design apostados, esta investigação produziu evidências empíricas da relevância dos três princípios, o que nos autoriza a continuar apostando no uso destes, com base nos aperfeiçoamentos propostos. Desse modo, os produtos teóricos desse estudo e também o conjunto de conhecimentos sobre o próprio processo de construção e investigação da SD são evidências potenciais para novos ciclos de prototipagem em outros contextos, por meio da generalização situada. Assim, a pesquisa de design educacional aqui empreendida visou contribuir para a comunidade da educação científica, tanto na produção de conhecimento científico quanto prático em ensino de ciências, de modo que são produtos desse estudo: 1) o entendimento teórico produzido pela empiria; 2) o produto educacional, em nosso

caso a SD (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015); e 3) a experiência profissional formativa, possível por conta do trabalho colaborativo.

Esperamos que nossa pesquisa contribua para o ensino de biologia articulado com a educação das relações étnico-raciais, promotora de equidade de gênero e comprometida com transformações sociais positivas.

## REFERÊNCIAS COMPLETAS

ADAMS, Carol J. **A política sexual da carne**: a relação entre o carnivorismo e a dominância masculina. São Paulo: Alaúde Editorial, 2012.

AIKENHEAD, Glen S. **Science education for everyday life**: evidence-based practice. Ways of knowing in science and mathematics series. New York: Teachers College Press, 2006.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. **Colaboração entre pesquisadores e professores de ensino de ciências e biologia**: um estudo da organização e desenvolvimento da prática social do grupo CoPPEC. 115 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2014.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira *et al.* Pesquisa colaborativa: um caminho para a superação da lacuna pesquisa-prática e promoção do desenvolvimento profissional docente. In: SEPULVEDA, Cláudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

ALMEIDA, Sandra Luiza Sousa Santos de. **Textos de divulgação científica no ensino de biologia**: possibilidade de uso da literatura para construção de conceitos em uma unidade didática sobre ecologia. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ALVES, Emanuele Amorim; GUIMARAES, Anna Christina Rosa. Cultivo celular. In: MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima GonÁalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis. (Org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV/ FIOCRUZ, 2010, v. 2, p. 215-253.

ALVES, Sandra Bevilaqua F.; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 19-32, 2005.

AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma metodologia para análise de dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, Flavia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana Maria. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006. p. 239-296.

ANDRADE, Maria Aparecida Silva *et al.* Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016.

ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 113, p. 51-64, 2001.

ARTEAGA, Juanma *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015.

ARTEAGA, Juan Manuel Sánchez; EL-HANI, Charbel Niño. Othering processes and STS curricula: from nineteenth century scientific discourse on interracial competition and racial extinction to othering in biomedical technosciences. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 607-629, 2012.

ASSIS, Jussara Francisca de. Violência obstétrica enquanto violência de gênero e os impactos sobre as mulheres negras a partir de uma revisão integrativa. In: V Seminário Internacional Enlaçando Sexualidades, 2017, Salvador. **Anais...** Salvador, UNEB, 2017.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.

AZINHAGA, Patrícia; REIS, Pedro. Estratégias para a promoção da ação sociopolítica em contexto educativo: o Concurso PolarAct – Mensagem Polar. **27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales “Tendiendo puentes entre España e Portugal y Tercera Escuela de doctorado**, 2016, Espanha. p. 969-977, 2016.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

BARBOSA, Jonei Cerqueira; OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Perspectivas da Educação Matemática**, UFMS, v. 8, número temático, p. 526-546. 2015.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Formatos insubordinados de dissertações e teses na educação matemática. In: D’AMBRÓSIO, Beatriz Silva; LOPEZ, Celin Espasadin. **Vertentes de subversão na produção científica em educação matemática**. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2015. p. 347-367.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROSO, Carmen. Metas de desenvolvimento do milênio, educação e igualdade de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, v. 34, n. 123, p. 573-582, 2004.

BASTOS, Fernando. O Conceito de célula viva entre alunos do segundo grau. **Em Aberto**, ano 11, n. 55, p. 63-69, 1992.

BAUMGARTNER, Eric *et al.* Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, Washington, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003.

BECKERT, Cristina. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BENCZE, John Lawrence; ALSOP, Steve. Anti-capitalist/Pro-communitarian S&T Education. **Journal for Activist Science & Technology Education**, Toronto, v. 1, n. 1, p. 66-84, 2009. Disponível em: <<http://jps.library.utoronto.ca/index.php/jaste/article/view/21987>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BENCZE, John Lawrence; ALSOP, Steve. Ecojustice through Responsibilist. **Science Education**. Annual conference of the Canadian Society for the Study of Education, May 23-26, 2009, p. 1-14.

BENCZE, John Lawrence; CARTER, Lyn; KRSTOVIC, Mirjan. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists’ Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 14, n. 2, p. 39-56, 2014. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2689/2055>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BENCZE, Larry *et al.* Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 515-559.

BERNARD, Claude. **An introduction to the study of experimental medicine**. New York: Dover Publications, Inc. 1957.

BERNARDO, José Roberto da Rocha; VIANNA, Deise Miranda; FONTOURA, Helena Amaral da. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, p.1-12, 2007. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/157/114>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Fundamentos éticos da educação**. São Paulo: Autores Associados/ Cortez, 2007.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Editora Porto, 1994.

BONJOUR, Laurence; BAKER, Ann. **Philosophical problems**: an annotated anthology. Reprint, 2. ed. Washington: Reprint, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466/2012**. Diretrizes e Normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial da União, 2013.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510/2016**. Brasília: Diário Oficial da União, 2016.

\_\_\_\_\_. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

\_\_\_\_\_. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 58 p.

\_\_\_\_\_. Lei nº.11.340, de 7 de ago. de 2006. **Lei Maria da Penha**. Cria mecanismos para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher. Publicado no Diário Oficial da União de 08 de agosto de 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Portaria MEC nº 438, de 28 de maio de 1998. **Institui o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM**.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Parte III. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002, 144p.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana**. Brasília, 2004.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. Ética no ensino de ciências: o posicionamento de professores de ciências sobre eticidade durante a abordagem do tema transgênicos e suas implicações socioambientais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n. 1, p. 189-209, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172014000100189&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172014000100189&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 27 nov. 2017.



BRYCE, Tom; GRAY, Donald. Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 6, p. 717-33, 2004.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. 35 ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CARLAN, Francele de Abreu de A. *et al.* O estudo da célula e a motivação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-9.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.

CARNEIRO, Sueli. Mulheres em movimento. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 49, p. 117-132, 2003.

CITELI, Mria Teresa. As desmedidas da Vênus negra: gênero e raça na história da ciência. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 61, p. 163-175, 2001.

COBERN, William W.; LOVING, Cathleen C. Defining "science" in a multicultural world: implications for science education. **Science Education**, New York, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001. Disponível em: <<http://lrc-ead.nutes.ufrj.br/constructore/objetos/obj20452.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCACAO EM CIENCIAS, 16., 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa: Instituto de Letras, Universidade de Lisboa, 2016. p. 432-435, 2015.

\_\_\_\_\_. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p.1132-1147, 2016.

CONRADO, Dália Melissa *et al.* Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. **11th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**, 2015, Helsinki. Programme. Helsinki, Finlândia: ESERA, 2015.

CONRADO, Dália Melissa. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 237p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia / Universidade Federal de Feira de Santana, 2017.

\_\_\_\_\_. **Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia**. 2013. 220 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 2013.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei; EL-HANI, Charbel Niño. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v. 31, n. 01, p. 329-357, 2015.

CONRADO, Dália Melissa; CONRADO, Iris Selene. Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 218-231, 2016.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Niño. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. II., 2010, Ponta Grossa: **Anais...** Ponta Grossa, SINECT, 2010, p. 1-16.

CONRADO, Dália Melissa; EL-HANI, Charbel Niño.; NUNES-NETO, Nei Freitas. Sobre a ética ambiental na formação do biólogo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 30, n.1, p.120-139. 2013.

CONTANDRIOPOULOS, Damien *et al.* Knowledge exchange processes in organisations and policy arenas: a narrative systematic review of the literature. **Millbank Quarterly**, v. 88, n. 4, p. 444-483, 2010. p. 671-689.

CORTINA, Adela; MARTINEZ, Emilio. **Ética**. São Paulo: Loyola, 2005.

CRESWELL, John W. **Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research**. 4th Edition, Boston: Pearson, 2012.

CROTTY, Michael. **The foundations of social research: meaning and perspective in the research process**. London: Sage, 1998.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**. v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

CUVIER, Georges. Report on the observations made on the body of a woman known in Paris and in London as the Hottentot Venus. **Memoires du Museum d" Histoire Naturelle**, 1817, v. 3, p. 259-274.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em revista**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.

DAMON, William; PHELPS, Erin. Critical distinctions among three approaches to peer education. **International Journal of Educational Research**, v. 13, n. 1, p. 9-19, 1989.

DAVIS, Angela. **Mulheres, raça e classe**. Tradução Heci Regina Candiani. São Paulo: Boitempo, 2016.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

DESGAGNÉ, Serge. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução de Adir Luiz Ferreira e Margarete Vale Sousa. **Revista Educação em Questão**, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* Genética, raça e políticas de ações afirmativas a partir de questões sociocientíficas. In: VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, VI

ESOCITE.BR. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias, 2015. p. 392.

DIAS, Thiago Leandro da Silva *et al.* As contribuições da exposição Ciência, Raça e Literatura para a educação das relações étnico-raciais. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 1, n. 7, p. 7226-7238, 2014.

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Sci Ed.** n. 84, p. 287–312, 2000.

DUCK, Nell K; BECK, Sarah W. Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Research**, Washington, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

EL-HANI, Charbel Niño; GRECA, Ileana María. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia. **Ciência e Educação**. v. 17, n. 3, 2011.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibelle Celestino. **Estudo de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

EL-HANI, Charbel Niño; BANDEIRA, Fábio Pedro Souza Ferreira. Valuing indigenous knowledge: to call it “science” will not help. **Cultural Studies of Science Education**. v. 3, n. 3, p. 751-779, 2008.

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

FANON, Frantz. **Os condenados da terra**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1968.

FEDIGAN, Linda Marie. The changing role of women in models of human evolution. **Annual Review of Anthropology**. v. 15, p. 25-66, 1986.

FELDER, Richard M.; BRENT, Rebecca. Cooperative learning. In: MABROUK, Patricia Ann (Ed.), **Active learning: models from the analytical sciences**. ACS Symposium Series 970. Washington, DC: American Chemical Society, 2007.

FELIPE, Sônia T. Antropocentrismo, sencientismo e biocentrismo: perspectivas éticas abolicionistas, bem-estaristas e conservadoras e o estatuto de animais não-humanos. **Revista Páginas de Filosofia**, v. 1, n. 1, p. 2-30, 2009.

FERNANDES, Maria das Graças Melo. O corpo e a construção das desigualdades de gênero pela ciência. **Physis**, v. 19, n. 4, p. 1051-1065, 2009.

FERNANDES, Elsa. O trabalho cooperativo num contexto de sala de aula. **Análise Psicológica**. v. 4, n. XV, p. 563-572, 1997.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salette Linhares. Textos de divulgação científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FERREIRA, Tiago Alfredo da Silva *et al.* Ensino de Análise do Comportamento com o uso de Questões Sociocientíficas: um caso sobre a medicalização da vida. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

FOGAÇA, Monica. **Papel da inferência na relação entre os modelos mentais e modelos científicos de célula**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e da Matemática). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

FOUCAULT, Michel. **The history of sexuality**. An introduction. New York: Pantheon Books, 1978. v. 1.

\_\_\_\_\_. **A ordem do discurso**. São Paulo: Loyola, 1996.

FRAGA, Roberta Fontoura; BORGES, Regina Maria Rabello. Bioética com animais: uma proposta para a educação de jovens e adultos no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 5, n. 1, p. 77–87, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 64. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

\_\_\_\_\_. **Extensão ou comunicação?** 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIORI, Ernani Maria. Prefácio. In: FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

GAMBLE, Vanessa Northington. Under the shadow of Tuskegee: African Americans and health care. **American journal of public health**, v. 87, n. 11, p. 1773-1778, 1997.

GATTI, Bernardete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GORDILLO, Mariano Martín. Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 69-83, 2006.

GRIX, Jonathan. Academic Standards, Plagiarism and ethics in Research. In: GRIX, Jonathan. **The Foundations of Research**. New York: Palgrave Study Skills, 2004. p. 138-149.

GRÜN, Mauro. A pesquisa em ética na educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 185-206, 2007.

GUEDES, Cristiano. Uma mulher negra, suas células e alguns desafios da ética em pesquisa. **História, Ciências, Saúde**, v. 20, supl., p.1413-1416, 2013.

GUIMARAES, Márcio Andrei; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de; OLIVEIRA, Mônica Santos. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

GUIMARÃES, Ana Paula Miranda *et al.* Grupos colaborativos para construção e aplicação de questões sociocientíficas na educação básica: possibilidades e desafios. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 397-425.

GUIMARÃES, Ana Paula Miranda *et al.* O aquecimento global como conteúdo norteador para ensinar sobre visão sistêmica do planeta terra no ensino médio. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

HALL, Stuart. **Representation: cultural representations and signifying practices**. London: Sage, 1997.

\_\_\_\_\_. **A identidade cultural na pós-modernidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: DP&A. 2006.

HARGREAVES, D. H. The knowledge-creating school. **British Journal of Educational Studies**, n. 47, p.122-144, 1999.

HECK, Claudia Maiara; HERMEL, Erica do Espírito Santo. Análise imagética das células em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014.

HODSON, Derek. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**. v. 3, n.1, 2004.

\_\_\_\_\_. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, 313-331, 2013.

\_\_\_\_\_. **Looking to the Future: building a curriculum for social activism**. Toronto: Sense Publishers, 2011.

\_\_\_\_\_. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre Questões Sociocientíficas. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 27-57.

HORBACH, Serge P. J. M.; HALFFMAN, Willem. The ghosts of HeLa: how cell line misidentification contaminates the scientific literature. **Plos Journal**. v. 12, n. 20, 2017.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos**. Brasília: Liber Livros, 2008.

JENNINGS, Bruce *et al.* **New choices, new responsibilities: ethical issues in the life sciences: a teaching resource on bioethics for high school biology courses**. USA: Hastings Center, Ringbound edition, 1991.

KAHN, Richard. **Critical pedagogy, ecoliteracy, and planetary crisis: the ecopedagogy movement**. New York: Peter Lang, 2010.

KAWASAKI, Clarice Sumi. Ensino de Biologia e Ética: a conexão possível. In: MARANDINO, Marta et al. (Org.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: Eduff, 2005. p. 76-81.

KILOMBA, Grada. **Plantation memories: episodes of everyday racism**. Berlim: Unrast, 2008.

KORTLAND, Koos. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, New York, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**. v. 14, n 1, p. 85-93, 2000.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Melo; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260. 2003.

LEGEY, Ana Paula; JURBERG, Cláudia; COUTINHO, Cláudia M. L. M. Educação científica na mídia impressa brasileira: avaliação da divulgação de biologia celular em jornais e revistas selecionados. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 35-52, 2009.

LEMOS, A. C. C. *et al.* O uso de modelo didático para o ensino de célula vegetal. **Revista da SBEnBio**, n. 3, 2010.

LEMGRUBER, Márcio Silveira; OLIVEIRA, Helena Rivelli de. A analogia como um recurso argumentativo no ensino de Ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO - ANPED, 35., 2012, Porto de Galinhas. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2012. v. 01. p. 1-16.

LEVINSON, Ralph. Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

LEYSER, Vivian. Resenha: A vida imortal de Henrietta Lacks. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 243-249, 2012.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasco. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál.**, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante. A concepção de licenciandos sobre a biossegurança na atuação docente para o ensino prático de ciências e biologia. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 97-118, 2017.

LIMA, Eliane Batista de; GHEDIN, Evandro. Conhecimento, ciência e ética na epistemologia de Fourez e suas implicações para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis, **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

LIMA, Gleisa Pereira de Souza; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no Movimento CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, 8., Campinas. **Atas...** Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

LOBATO, Juliana Pereira; SÃO BENTO, Paulo Alexandre de Souza; XAVIER, Rozânia Bicego. Henrietta Lacks: uma história de grande valor para a ciência e humanidade. In: VII Congresso brasileiro de Enfermagem Obstétrica e Neonatal, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2011.

LOPES, Fernanda Muniz Brayner *et al.* Obstáculos à apropriação dos conceitos de ciclo celular por alunos do ensino médio. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (ENPEC). ABRAPEC, 2005.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, Rogério Diniz (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas.** Brasília: UNESCO, 2009. p. 85-93.

LUCEY, Brendan P.; NELSON-REES, Walter A.; HUTCHINS, Grover M. Henrietta Lacks, HeLa Cells, and Cell Culture Contamination. **Arch Pathol Lab Med.** v, 133, p. 1463-1467, 2009.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Ludicidade e atividades lúdicas: uma abordagem a partir da experiência interna.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/267302232\\_LUDICIDADE\\_E\\_ATIVIDADES\\_LUDICAS\\_uma\\_abordagem\\_a\\_partir\\_da\\_experiencia\\_interna](https://www.researchgate.net/publication/267302232_LUDICIDADE_E_ATIVIDADES_LUDICAS_uma_abordagem_a_partir_da_experiencia_interna)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, Roberto Sidnei. **A etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação.** 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2004.

MANZKE, Gabriela Rodrigues *et al.* Concepção de célula por alunos egressos do ensino fundamental: exercício 03 e indivíduos unicelulares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-11.

MARCONDES, Daniela Beck da Silva. **Indução de apoptose pelo extrato e frações de *Lafoensia pacari* A. St.-Hil, Lythraceae, em células tumorais.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MARCUSCHI, Luiz Antonio. **Análise da conversação.** São Paulo: Editora Ática, 2000.

MARQUES, Ana Rita; REIS, Pedro. Geoengenharia do clima: uma controvérsia sociocientífica sobre a responsabilidade na manipulação do clima. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 345-362.

\_\_\_\_\_. O desenvolvimento de exposições científicas como estratégia de ativismo em contexto escolar: resultados do projeto irresistível em Portugal. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018, p. 491-514.

MARTINS, Isabel; NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ABREU, Teo Bueno de. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências.** v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

MATOS, Maria Izilda Santos de. Delineando corpos: as representações do feminino e do masculino no discurso médico. In: MATOS, Maria Izilda S. de; SOIHET, Rachel (Org.). **O corpo feminino em debate**. São Paulo: UNESP, 2003. p. 107-127.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education**. v. 1, n. 1, 11-47, 1992.

\_\_\_\_\_. In defense of modest goals when teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 2, p. 161-174, 1998.

\_\_\_\_\_. Changing the focus: from nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: **Advances in nature of science research**. Springer Netherlands, p. 3-26, 2012.

MCINTYRE, Donald. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357–382, 2005.

MCKENNEY, Susan. **Computer-based support for science education materials developers in Africa: exploring potentials**. Tese (Doutorado). Enschede: University of Twente, 2001.

MCKENNEY, Susan; REEVES, Thomas. **Conducting educational design research**. Abingdon: Routledge, 2012.

MELO, Iran Ferreira de. Análise do discurso e análise crítica do discurso: desdobramentos e intersecções. **Letra Magna - Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Língua Portuguesa, Lingüística e Literatura**, São Paulo, v.5, n.11, p.1-18, 2009.

MELO, W. C.; HOSOUME, Y. O jornal em sala de aula: uma proposta de utilização. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBF, p. 235-611, 2003.

MERCHÁN, Nidia Yaneth Torres. **Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente**. 2014. Tese (Doutorado em Investigació en Didàctiques Específiques - Ciències Experimentals), Universitat de València, València, 2014.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva; MORADILLO, Edilson Fortuna de. O lúdico no ensino de Química: considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola** (Impresso), v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de educação e ensino de ciências: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MONERAT, Carlos Alberto Andrade; ROCHA, Marcelo Borges. Biologia Celular em textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, XI., 2017, Florianópolis: **Anais...** Rio de Janeiro, ABRAPEC, 2017, p.1-12.

MOREIRA, Lídia Cabral. **A construção e validação de uma intervenção educacional para o Ensino Médio apoiada na metodologia da problematização**. 2016. Dissertação



(Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

\_\_\_\_\_. **Meaning making in science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MUNIZ, Cássia Regina Reis *et al.* Estudo de desenvolvimento de uma intervenção para o ensino de metabolismo energético – segundo protótipo. IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBO) e II Encontro Regional de Ensino de Biologia (EREBIO), **Anais...** Goiânia: SBEnBio, Regional 4, set. 2012.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Modos de usos de textos de divulgação científica por futuros professores de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, IV ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN EN CIÊNCIAS EXPERIMENTALES. III, IV E V., 2010, Fortaleza: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2010, p. 1-8.

NECKEL, Gecioni Loch. **Atividade antineoplásica in vitro e in vivo da Chalcona N9 e seu possível mecanismo de ação**. 2011. Tese (Doutorado em Farmacologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

NIEVEEN, Nienke Martien; MCKENNEY, Susan; VAN DEN AKKER, Jan. Educational design research: the value of variety. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.). Educational design research. London: Routledge, 2006. p. 151-158.

OLIVEIRA, Fausto Eduardo de; SILVA, Mirian Pacheco. Cell membrane: jogo eletrônico como recurso didático no ensino de citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0154-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229-241, 2012.

ORTIZ, Etiane; SILVA, Marcos Rodrigues da. O uso de abordagens da história da ciência no ensino de biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 106-123, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza. **Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal**. 225 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

PAIVA, Ayane de Souza; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Trabalho colaborativo e investigação qualitativa: um rigor outro para validação de sequências didáticas socioculturalmente referenciadas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 3., 2014, Badajoz. **Atas...** Badajoz, 2014. p. 307-312.

PAIVA, Ayane de Souza; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

\_\_\_\_\_. *Biologia celular: uma revisão sistemática sobre experiências didáticas no ensino médio*. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 201-229, 2018.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Baartman, Lacks e o corpo da mulher negra como paradigma de alteridade na história da biologia. In: **15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia (15º SNHCT)**. Florianópolis: SBHC, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Design principles for a didactic sequence on cell biology contextualized by social and ethical issues. **Conexão Ciência**, v. 12, n. esp. 2, p. 76-82, 2017a.

PAIVA, Ayane de Souza *et al.* Validação de uma sequência didática sobre mitose e câncer articulada com discussões éticas e ações sociopolíticas. In: VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia (VIII EREBIO). **Anais...** Rio de Janeiro, SBEnBIO, 2017b.

PALMERO, Maria Luz Rodríguez. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p.123-152,1997.

PALTRIDGE, Brian. Thesis and dissertation writing: an examination of published advice and actual practice. **English for Specific Purpose**, Amsterdam, n. 21, p. 125-143, 2002.

PASSOS, Laurizete Ferragut. A relação professor-pesquisador: conquistas, repercussões e embates da pesquisa colaborativa. **Horizontes**, v. 25, n. 1, p. 55-62, 2007.

PEDRETTI, Erminia G.; NAZIR, Joanne. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PEDRETTI, Erminia G. *et al.* Promoting issues based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. **Science & Education**, Dordrecht, v. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2008.

PEDRETTI, Erminia G. Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. **School Science and Mathematics**, Menasha, v. 99, n. 4, p. 174-181, 1999.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. 1.ed. São Paulo: UNESP, 2012.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; LOZANO, Diana Lineth Parga. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola enseñ. aprendiz. cienc.** v. 8, n. 1, p 23- 35, 2013.

PÉREZ GOMÉZ, Angel Ignacio. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. Tradução: Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PINHEIRO, Luana; BRANCO, Alexandre. Mulheres nos espaços de poder e decisão: o Brasil no cenário internacional. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres. **Revista do Observatório Brasil da Igualdade de Gênero**. Brasília: Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres, 2009. p. 56-64.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.

PINHO, Maria José Souza. **Gênero em biologia no ensino médio: uma análise de livros didáticos e discurso docente**. 185 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

PIRES, Barbara Gomes. As políticas e produções de sexo/gênero no esporte: um olhar sobre o hiperandrogenismo às vésperas das Olimpíadas Rio 2016. Rio de Janeiro: **CLAM – Centro Latino Americano em Sexualidade de Direitos Humanos**. (CLAM), 2016a (Online).

\_\_\_\_\_. As políticas de verificação de sexo/gênero no esporte: intersexualidade, doping, protocolos e resoluções. **Sexualidad, Salud y Sociedad - Revista Latinoamericana**. n. 24, p. 215-239, 2016b.

PLOMP, Tjeerd. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, Tjeerd; NIEVEEN, Nienke. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009. p. 9-35.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

RAMOS, Altina; FARIAS, Paulo M.; FARIAS, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

RATCLIFFE, Mary. Pupil decision-making about socioscientific issues, within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, London, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.

RAZERA, Júlio César Castilho; NARDI, Roberto. Ética no ensino de Ciências: responsabilidade e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Revista eletrônica Investigações em Ensino e Ciências**, v. 11, n. 1, 2006.

\_\_\_\_\_. Ensino de ciências e educação moral: uma interface de implicações mútuas. **Revista Iberoamericana de Educación (Online)**, v. 53, n. 3, p. 1-12, 2010.

REGAN, Tom. **Animal rights, human wrongs: an introduction to moral philosophy**. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, 2001.

REEVES, Thomas C. Design research from a technology perspective. In: VAN DEN AKKER, Jan; GRAVEMEIJER, Koeno; MCKENNEY, Susan; NIEVEEN, Nienke. (Ed.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006. p. 17-66.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

REIS, Ingrid Andrade *et al.* O ensino de biologia celular sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013, Águas de Lindóia, **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.

REIS, Pedro; GALVAO, Cecília. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

RIOS, Emílio; SOLBES, Jordi. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 1, p. 32-55, 2007.

RODRIGUES, R. V. NASCIMENTO, T. de S.; RODRIGUES, D. A. M. Conhecimentos e dificuldades na produção de textos de divulgação científica por alunos do curso de ciências biológicas da Universidade Federal do Ceará. **Revista Sbenbio**, n. 7, 2014.

ROLOFF, Aion *et al.* O uso do “x” como marca de gênero no facebook®: uma análise sociolinguística. **Revista Versalete**, v. 3, n. 4, p. 26-42, 2015.

SÁ, Thiago Serravalle de *et al.* Energetic metabolism in biology classrooms: a developmental study of a teaching sequence. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, v. 167, p. 50-55, 2015.

SADLER, Troy D.; DONNELLY, Lisa A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality, **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula. Introdução. In: SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula. (Org). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2009. p. 9-19.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana María. Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 1, p. 15-33, 2013.

SANTOS, Jéssica; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Uma questão sociocientífica para abordar ética ambiental no ensino fundamental de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 59-76.

\_\_\_\_\_. Questões sociocientíficas no ensino fundamental de ciências: uma experiência com poluição de águas. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361- 382, 2008.

\_\_\_\_\_. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

\_\_\_\_\_. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

\_\_\_\_\_. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SILVA, Karolina Martins Almeida e; SILVA, Shirley Margareth Buffon da. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-452.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). **Anais...** Campinas: ABRAPEC, 2011.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 19, p. 573-598, 2013.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Dissertação (Mestrado Ensino, História e Filosofia das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

SCHEID, Neusa Maria John. A necessária conexão entre biologia e ética para a educação científica no século XXI. In: FÓRUM INTERNACIONAL INTEGRADO DE CIDADANIA, 2006, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo. 2006.

\_\_\_\_\_. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. **Diálogo**. n. 19, p. 65-79, 2011.

SCHNEIDER, Rebecca M.; KRAJCIK, Joseph. **Supporting science teacher learning: the role of educative curriculum materials**. *Journal of Science Teacher Education*, 2002, v. 13, n. 3, 221-245.

SEPULVEDA, Claudia *et al.* A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre o estatuto epistemológico da pesquisa docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-95.

SEVERO, Cristine Gorski. Sobre o significado identitário na sociolinguística: a construção do gênero. In: FREITAG, Raquel Meister Ko; SEVERO, Cristine Gorski. (Org.). **Mulheres, linguagem e poder: estudos de gênero na sociolinguística brasileira**. São Paulo: Blucher, 2015, p. 75-90.

SHAFFER, David Williamson; SERLIN, Ronald C. What good are statistics that don't generalize? **Educational Researcher**, University of Wisconsin, Madison, v. 9, n. 33, p. 14-25, Dec. 2004.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de Conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. In: ENCONTRO DE ENSINO E

PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE. IV., Distrito Federal: **Anais...** Rio de Janeiro, ANPAD, 2013, p. 1-14.

SILVA, Cristiane Helena da *et al.* Modelos didáticos no ensino de biologia celular: uma experiência com a "célula-gel". In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. IV e II., 2012, Goiânia: **Anais...** São Paulo, SBEnBio, 2012, p. 1-8.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVA, Maurício. Cotas raciais na universidade brasileira e a ideologia da meritocracia. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 54, p. 1207-1221, 2017.

SILVA, Marcos Rodrigues da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. **Scientiae Studia**. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-92, 2010.

SILVA, Paulo Fraga da. Bioética e educação ético-moral: desafios à formação de professores. In: II CONGRESSO DE PESQUISAS EM PSICOLOGIA E EDUCAÇÃO MORAL, Campinas: **Anais...** Campinas, Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Moral, 2011, p. 751-765.

SILVA, Paulo Fraga da; KRASILCHIK, Myrian. Bioética, formação em valores e doutrinação: visão de licenciandos de ciências e biologia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 974-980, 2009.

SILVA, Tomaz Tadeu da. A produção social da identidade e da diferença. In:\_\_\_\_\_. **Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais**. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 73-102.

SILVEIRA, Mônica; PALÁCIO, Regina; CONRADO, Dália Melissa. Aplicação de questões sociocientíficas como estratégia para o ensino sobre energia elétrica. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, 2016.

SILVEIRA, Mariana Leite da; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. Alternativas didáticas para o ensino: uma revisão considerando a citologia. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0542-2.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SIMONNEAUX, Laurence. Argumentation in socioscientific contexts. In: ERDURAN, Sibel; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar. (Eds.). **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht, The Netherlands: Springer. p. 179–199, 2007.

SIMONS, Helen *et al.* From evidence-based practice to practice-based evidence: the idea of situated generalization. **Research Papers in Education**, v. 18, p. 347-364, 2003.

SINGER, Peter. **Libertação animal**. Porto Alegre: Lugano, 2004.

SIQUEIRA, Natália Leão. **Desigualdade social e acesso à saúde no Brasil**. 2011. Monografia (Bacharel em Ciências Sociais/ Sociologia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

SOARES, Regina Francisca; FERREIRA, Helaine Sivini. Sequências didáticas como instrumento de Pesquisa em Ciências. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 9., 2009, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.

SOLBES, Jordi. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2013.

\_\_\_\_\_. Contribucion de las cuestiones sociocientificas al desarrollo del pensamiento critico (II): Ejemplos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de La Ciencias**, Puerto Real, v. 10, n. 2, p. 148-158, 2013.

SOLBES, Jordi; TORRES, Nidia Y. Analisis de las competencias de pensamiento critico desde el aborde de las cuestiones socio-cientificas: un estudio en el ambito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, Valencia, n. 26, p. 247-269, 2012. Disponível em: <<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25687/1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

SOUTO, Ana Carolina Peixoto; CÔRTEZ, Myriam Bandeira; LANCETTA, Carla Ferreira Farias. Descobrimo a célula através das mãos. In: II ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA E I ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. II e I., 2007, Uberlândia. **Anais...** São Paulo: SBEnBIO, 2007, p. 1-5.

SOUSA, Alessandro Eduardo de Almeida; MUNIZ, Cássia Regina; SARMENTO, Anna Cássia de Holanda. O processo heurístico da construção do conceito de inovações educacionais por um grupo colaborativo de pesquisa. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. (Org.) **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em ensino de biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 97-126.

SOUZA, Hemilly Cerqueira; PAIVA, Ayane de Souza; NUNES-NETO, Nei. Racismo e sexismo no ensino de biologia: uma proposta de ensino baseada em questões sociocientíficas para a formação de uma cidadania crítica. In: **VII Congresso Internacional de Enseñanza de la Biología e III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias** (VII CIEB e III CIEC). Buenos Aires, 2016.

SOUZA, Jessé. Introdução. SOUZA, Jessé. *et al.* **Ralé brasileira: quem é e como vive**. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

SKORUPSKI, John. Ética. In: BUNNIN, Nicholas; TSUI-JAMES, E. P. (Org.) **Compêndio de Filosofia**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

SKLOOT, Rebecca. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.

STAKE, Robert E. **The art of case study research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagem CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TANNER, Kimberly; CHATMAN, Liesl S.; ALLEN, Deborah. Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom - beyond students working in groups.

**Cell Biology Education**, v. 2, p. 1-5, 2003.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v. 18 n. 52, p. 163-242, 2013.

\_\_\_\_\_. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, v.11, n. 33, p. 143-159, 2016.

\_\_\_\_\_. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. Educação em Ciências numa Perspetiva de Literacia Científica Crítica. **Documentos de Trabajo de IBERCIENCIA**, Madrid, n. 2, 2014.

THORPE, Richard *et al.* Using knowledge within small and medium sized firms: a systematic review of the evidence. **International Journal of Management Reviews**, v. 7, n. 4, p. 257-281, 2005.

TONET, Ivo. **Educação contra o capital**. São Paulo: Instituto Lukács, 2012.

TORRES, Nidia; SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.) **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 59-76.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2012.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, Jan *et al.* (Ed.), **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. p. 1-14.

VERRANGIA, Douglas. Criações docentes e o papel do ensino de Ciências no combate ao racismo e a discriminações. **Educação em Foco**, v. 21, n. 1, p. 79-103, 2016.

VERRANGIA, Douglas; SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010.

VIEIRA, Rui Marques; TENREIRO-VIEIRA, Celina; MARTINS, Isabel P. Critical thinking: conceptual clarification and its importance in science education. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 43-54, 2011.

VIEZZER, Moema; MOREIRA, Tereza. (Org). **Um outro jeito de ser**. São Paulo: Rede Mulher de Educação/Unicef, 2006.

VILAS BOAS, Anderson *et al.* História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.

VILLAR, Cristiane Biazzin. (Re)descobrimo uma história não celebrada pela ciência. **Rev. Adm. Empres.** v. 52, n. 2, p. 272-273, 2012.



WARBUTON, Nigel. **Elementos básicos da filosofia**. Lisboa: Gradiva, 2007.

ZANOTELLO, Marcelo; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de física básica na educação superior. **Revista Ensaio**, v.15, n. 3, p. 113-130, 2013.

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

ZEIDLER, Dana L. *et al.* Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, p. 357-377, 2005.

ZEIDLER, Dana L. *et al.* Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 343-367, 2002.

ZEIDLER, Dana L.; NICHOLS, Bryan H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

ZEICHNER, Kenneth M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, Corinta M. G.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. (Org.) **Cartografia do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 207-235.

ZITKOSKI, Jaime José. Diálogo/Dialogicidad. In: STRECK, Danilo R.; RENDÍN, Euclides; ZITKOSKI, Jaime José. (Org.). **Dicionário. Paulo Freire**. Lima: CEAAL, 2015. p. 152-154.

**APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA DOCENTES**



INSTITUTO FEDERAL  
BAHIA  
Campus Camaçari

Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
Universidade Federal da Bahia  
Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

**Projeto:** Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks

**Doutoranda:** Ayane de Souza Paiva

## INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA DOCENTES

Prezada/o docente, estamos te convidando para realizar uma avaliação de uma Sequência Didática (SD) baseada numa questão sociocientífica (QSC) (abaixo) vinculada a uma pesquisa de doutorado cujo objetivo principal é desenvolver, por meio de um trabalho colaborativo situado em sala de aula, princípios de planejamento de uma SD sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, que tenham o potencial de mobilizar as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal dos conteúdos, com o propósito de desenvolver as capacidades de posicionamento crítico sobre questões éticas e ações sociopolíticas por estudantes do Ensino Médio. Confiamos em sua colaboração como meio de validação de nosso material.

Para validar essa SD você deve ler as ações didáticas previstas para cada aula e analisar se elas estão de acordo com as questões orientadoras associadas aos objetivos de aprendizagem, escolhendo apenas uma opção da coluna de análise. Será de grande importância a inclusão de justificativas e/ou sugestões para esta validação.

Aulas (50 minutos)	Ações didáticas	Questões orientadoras (consultar na Sequência Didática anexa articulando aos objetivos de aprendizagem)	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com as questões orientadoras relacionadas aos objetivos de aprendizagem?	<b>JUSTIFICATIVAS E/OU SUGESTÕES</b>
1	No primeiro momento será apresentado o caso da QSC e feita uma discussão sobre movimentos sociais organizados e elaboração de proposta(s) de ação(ões) sociopolítica(s) como parte da avaliação na unidade. Será proposto um grupo em rede social para compartilhamento de materiais e acompanhamento da ação sócio-política que será associada à resolução do caso pelxs estudantes em grupos. No momento seguinte sucederá uma aula dialogada sobre segregação racial e implicações do contexto social na realização de pesquisas sem consentimento, a partir do caso, utilizando Textos de Divulgação Científica para análise e discussão em pequenos grupos.	Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
2 e 3	Será realizada aula dialogada e uso de vídeos curtos sobre as causas de cânceres e ciclo mitótico. Faremos discussão sobre fatores socioambientais relacionados à incidência de cânceres. Será também levantada a questão de gênero relacionada ao câncer de colo de útero, associada a uma discussão sobre HPV. Os debates serão realizados em grupos e compartilhados com toda a turma.	Q6, Q7, Q8, Q9 e Q10.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
4	Aula dialogada, uso de Textos de Divulgação Científica, análise de reportagens e discussão em pequenos grupos sobre tratamentos do câncer, tecnologias proporcionadas pelas células HeLa, vida e imortalidade e telômero. Discussões iniciais sobre	Q11, Q12 e Q13.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente	

	questões éticas na produção de conhecimento científico e nas tecnologias (tecnociência).		( ) Não atende	
5	Debate em grupos sobre progresso epistemológico e o progresso ético da ciência e acerca da relação entre leis e códigos de ética e a vulnerabilidade de grupos sociais a práticas criminosas e/ou questionáveis do ponto de vista moral. Aula expositiva sobre teorias morais e discussão em grupos sobre como cada juízo moral pode estar associado ao caso em análise na QSC. Os grupos deverão se posicionar tanto em relação às alternativas que consideram mais justas para o caso na época quanto ao juízo moral mais justo no uso de tecidos humanos e dos outros animais para pesquisas em geral e posteriormente compartilhar e discutir com a turma. Ocorrerão orientações e acompanhamento do desenvolvimento das ações sócio-políticas pelxs estudantes.	Q5, Q14, Q15, Q16 e Q17.	( ) Atende completamente ( ) Atende parcialmente ( ) Não atende	
6	No primeiro momento será proposta uma discussão breve em grupos sobre normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em diferentes contextos, buscando uma relação com as teorias morais. Em seguida, as equipes deverão sistematizar e compartilhar estratégias para lidar com o caso em análise simulando assumir diferentes papéis sociais.	Q18 e Q19.	( ) Atende completamente ( ) Atende parcialmente ( ) Não atende	
7	Será promovido um debate crítico em forma de Júri Simulado com defesa de pontos de vista sobre uso de tecidos humanos em pesquisas.	Q 20.	( ) Atende completamente ( ) Atende parcialmente ( ) Não atende	
8	Discussão em pequenos grupos e compartilhamento com a turma sobre os conceitos de raça e a relação cor	Q5, Q21, Q22 e Q23.	( ) Atende completamente	

	e racismo, práticas racistas nas ciências biomédicas atuais e as inter-relações entre as alterações de raça, gênero e opressão de classe. Será realizado o compartilhamento das propostas de ações sócio-políticas pelos estudantes.		<input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
--	--	--	---	--

### Comentários gerais

(Você poderá comentar sobre qualquer aspecto da intervenção, inclusive sobre o caso da questão sociocientífica)

--

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### **Câncer, racismo, sexismo e opressão de classe: o caso das células HeLa**

– O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico, disse o ginecologista Jones, médico que atendeu Henrietta Lacks no hospital, único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para “gente de cor”. Essa foi a primeira frase que Rebecca ouviu sobre o caso de Henrietta, num debate realizado no grupo feminista do qual faz parte. Curiosa e refletindo sobre a história, faz uma rápida busca na internet e, para sua surpresa, localiza algumas informações intrigantes. Rebecca procura sua professora de biologia e faz alguns questionamentos.

– Henrietta foi uma mulher negra e pobre nascida em Virgínia, Estados Unidos, na década de 1920, descendente de pessoas que foram escravizadas, explica a professora.

– Sim, professora. Eu li que, quando ela tinha 30 anos, ela percebeu um caroço no colo do útero...

– Exatamente e ela foi diagnosticada com “Carcinoma epidermoide do colo do útero, Estágio I”, e foi submetida aos procedimentos de tratamento padrão. Como era comum na época, seu ginecologista coletou amostras, antes mesmo de iniciar o tratamento, e sem que ela soubesse, mandou-as para Dr. Gey, que analisava amostras de qualquer mulher com câncer cervical, a fim de usá-las para pesquisas sobre o câncer.

Rebecca interrompe e questiona: – Sem o consentimento? E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?

– Então, os cientistas vinham tentando manter células humanas vivas em culturas havia décadas, mas elas sempre morriam. Já as células de Henrietta, sem compreensão muito clara da ciência, foram as primeiras células humanas a se reproduzirem de modo indefinido em laboratório, por isso são consideradas imortais. Elas são conhecidas como células HeLa, já que Dr. Gey codificava as células usando as duas primeiras letras do primeiro e último nome da paciente, fala a professora Paula, que se despede informando que precisa ir para sala de aula, sugerindo a leitura do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”.

Durante a leitura, alguns trechos chamaram a atenção de Rebecca. Os avanços científicos permitidos pela utilização das células HeLa, como clonagem e a vacina da poliomielite, em detrimento da situação social dos familiares de Henrietta, como relatou sua filha Deborah: – Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico? A falta de compreensão do caso pela família: – “Ninguém aqui nunca entendeu como é que ela pode estar morta e aquele negócio ainda estar vivo.”, conforme comentário de Cootie, primo de Henrietta. Além disso, um diálogo entre seu filho, Zakaruyya, e Dr. Christoph chamou atenção de Rebecca: – Se essas são as células da nossa mãe, como é possível não serem pretas se ela era preta?, questionou. – Debaixo do microscópio, as células não têm cor, respondeu Christoph, cientista que levou dois filhos de Henrietta para visualizarem suas células pela primeira vez.

Levando-se em consideração os aspectos apresentados no caso de Henrietta e os avanços nos direitos humanos, vocês consideram que a subjugação e a violência sofridas por mulheres e jovens negrxs e pobres ainda persistem? Quais medidas seu grupo propõe para agir diante de situações desse tipo?

### **Questões orientadoras**

Propomos questões sobre o caso para serem discutidas em sala de aula durante uma sequência didática que podem direcionar uma análise dialogada profunda do caso:

- 1) O hospital que atendeu Henrietta era o “único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para ‘gente de cor’”. O que você pensa a respeito dessa separação? **(P1, A1 e A2)**
- 2) Sobre a fala “O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico”. Quais as possíveis relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso? **(P3, P9, A1 e A2)**
- 3) Situe historicamente esse tipo de segregação e, com base em dados estatísticos sobre o subjugação de mulheres, pessoas negras e pobres no contexto atual de



- nosso país, discuta sobre as formas de separação racial que ocorrem no contexto brasileiro atual. **(P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
- 4) Busque, exemplifique e discuta a importância histórica dos movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe. Existem movimentos análogos relacionados com outras opressões? **(P3, P4, A1 e A2)**
  - 5) Elabore e promova alguma ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico. **(P3, A1 e A3)**
  - 6) Qual(is) a(s) possível(is) causa(s) de cânceres? **(C1, C2, P3 e A1)**
  - 7) Existe relação entre o ciclo mitótico e o câncer? Explique. **(C1, C2, P3 e A1)**
  - 8) Quais as funções da mitose para a manutenção da vida? **(C1, C2, P3 e A1)**
  - 9) A professora Paula explicou que Henrietta foi diagnosticada com carcinoma epidermoide do colo do útero. Qual(is) a(s) possível(eis) causa(s) desse tipo de câncer? Discuta a questão de gênero relacionada com esse tipo de câncer. **(C1, C2, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
  - 10) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Explique. **(C1, C2, P3, P5 e A1)**
  - 11) Qual(is) a(s) possível(is) forma(s) de tratamento para os cânceres? **(C3, P3 e A1)**
  - 12) Por que as células HeLa permitem o estudo de produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana? Discuta. **(C3, P3 e A1)**

- 13) Sobre a dúvida de Rebecca “E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?”, você considera que Henrietta Lacks ainda está viva? Discuta. **(C3, P3, P7 e A1)**
- 14) Existe relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética? Se sim, qual(is) seria(m)? Se não, por que você pensa assim? Compartilhe com a turma. **(P2, P6, A1 e A2)**
- 15) Em 1950, nos Estados Unidos, nenhuma lei ou código de ética exigia que os médicos pedissem permissão para retirar tecidos de pacientes vivos. Discuta com a turma sobre a situação legal atual do Brasil. Há esse tipo de prática ilegal ocorrendo? Quais as pessoas mais vulneráveis a crimes dessa natureza? **(P3, P6, A1 e A2)**
- 16) Pondo à prova algumas variações possíveis de julgamento ético e moral – perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes- discuta no seu grupo como cada tipo de juízo moral pode estar associado ao caso em análise. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 17) Qual(is) alternativa(s) mais justa(s) seria(am) possível(is) para o caso na época? Justifique acionando filosofia(s) moral(is). E hoje? Qual tipo de juízo moral você considera mais justo no uso de tecidos humanos e de outros animais para pesquisas? Discuta em grupo e compartilhe com a turma. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 18) Descreva e discuta brevemente as normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em contextos diferentes no mundo, atualmente, relacionando com as teorias morais. **(C4, P3, P5, A1 e A2)**
- 19) No caso abordado, que estratégias sua equipe adotaria para lidar com as questões do caso se fosse: 1) a equipe médica, 2) a família e 3) um cidadão informado sobre o caso. **(P3, P7, A1 e A2)**

- 20) Debata e defenda pontos de vista sobre o dilema do uso de tecidos humanos em pesquisas com e sem consentimento. **(P3, P5, P6, P8, A1 e A2)**
- 21) O diálogo entre o filho de Henrietta e o cientista pode gerar uma série de reflexões sobre os conceitos de raça e a relação entre cor e racismo. Para sua equipe, o que significa o atributo da cor preta para o filho de Henrietta? O que pode explicar sua surpresa ao observar as células HeLa ao microscópio? A resposta do cientista indica que na medicina atual não há práticas racistas? **(C5, P3, P7, P9, A1 e A2)**
- 22) Discuta sobre o seguinte questionamento de Deborah, filha de Henrietta “Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico?”. **(C5, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
- 23) Discuta as inter-relações entre as alterizações de raça, gênero e opressão de classe. **(C5, P3, P5, A1 e A2)**

### **Objetivos de aprendizagem:**

Organizamos abaixo alguns objetivos de aprendizagem para a educação científica de acordo com os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998; CONRADO, NUNES-NETO, 2015). Destacamos que tais conteúdos não são separados tipologicamente, mas sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados. Assim, alguma dimensão de conteúdo pode ter maior preponderância em algum momento didático em detrimento de outra, por exemplo. Essa organização didática em dimensões de conteúdo tem relevância para uma educação científica que preza por uma formação mais integral e crítica, não fragmentada, visando tomada de decisão, politização do ensino, discussão sobre questões morais, afetivas, dentre outros elementos. Para facilitar o reconhecimento da articulação entre esses objetivos e as questões norteadoras acima, inserimos as questões correspondentes nos parênteses ao lado.

### **Conceituais (C):**

**C1** - Compreender o processo de mitose e sua relação com o câncer;

**C2** - Entender sobre o tipo de câncer carcinoma epidermoide de colo do útero;

**C3** - Relacionar a produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana com os estudos provenientes das células HeLa;

**C4** - Compreender três teorias morais – consequencialismo, deontologia e ética das virtudes;

**C5** - Compreender a relação de interseção entre alterações ligadas ao racismo, sexismo e opressão de classe.

### **Procedimentais (P):**

**P1**- Expor concepções e conhecimentos prévios sobre questões éticas ligadas ao caso de HenriettaLacks;

**P2** - Expor concepções e conhecimentos prévios sobre a relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética;

**P3** - Realizar levantamento bibliográfico e consultas a Textos de Divulgação Científica sobre as temáticas;

**P4** - Classificar/exemplificar movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe;

**P5** - Discutir sobre as questões sociais e ambientais associadas ao caso;

**P6** - Compartilhar sistematicamente as discussões construídas com base nos recortes da QSC debatida;

**P7** - Discutir questões éticas envolvidas no caso de Henrietta Lacks a partir de elementos de sua história e das células HeLa;

**P8** - Debater e defender pontos de vista sobre dilemas do uso de tecidos humanos em pesquisas;

**P9** - Sintetizar ideias centrais a partir da leitura de pequenos textos sobre aspectos ligados a alterações de raça, gênero e opressão de classe a partir do caso de HenriettaLacks.

### **Atitudinais (A):**

**A1** - Trabalhar em equipe e tolerar diferentes pontos de vista;

**A2** - Identificar, avaliar e discutir questões éticas nos discursos, legislação e ações relacionadas às alterações negativas com enfoque em raça, gênero e opressão de classe envolvidas no caso em análise e para além deste;

**A3** - Promover ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico.

**APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA FEMINISTAS**



Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
Universidade Federal da Bahia  
Universidade Estadual de Feira de Santana



**Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências**

**Projeto:** Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks

**Doutoranda:** Ayane de Souza Paiva

## **INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE MITOSE E CÂNCER PARA FEMINISTAS**

Estamos te convidando para realizar uma avaliação de aspectos sócio-políticos de uma proposta de ensino baseada numa questão sociocientífica (abaixo) vinculada a uma pesquisa de doutorado cujo objetivo principal é desenvolver, por meio de um trabalho colaborativo situado em sala de aula, princípios de planejamento de uma sequência didática sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, que tenham o potencial de mobilizar as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal dos conteúdos, com o propósito de desenvolver as capacidades de posicionamento crítico sobre questões éticas e ações sociopolíticas por estudantes do Ensino Médio.

Você foi escolhida por ter envolvimento com o movimento social feminista e compreendemos que é extremamente importante que as mulheres que atuam em frentes feministas avaliem o potencial de nossa proposta. Esperamos que nossa intervenção possa mobilizar debates críticos, desenvolvimento moral e engajamento em ações sociopolíticas pelos estudantes, de modo a contribuir para a educação das relações étnico-raciais, promotora de equidade de gênero e comprometida com a transformação da sociedade e ambientes desiguais. Confiamos em sua colaboração para avaliar as dimensões com preponderância social, política e ética da nossa proposta.

Ações didáticas	Questões orientadoras (avaliar na Sequência Didática anexa articulando aos objetivos de aprendizagem)	Os objetivos e as ações didáticas propostas permitem mobilizar <b>debates éticos que possam promover reflexões</b> sobre machismo, opressão de classe e racismo?	Os objetivos e as ações didáticas propostas permitem mobilizar <b>ações sócio-políticas comprometidas com a transformação de problemas como machismo, opressão de classe e racismo?</b>	<b>JUSTIFICATIVAS E/OU SUGESTÕES</b>
No primeiro momento será apresentado o caso da QSC e feita uma discussão sobre movimentos sociais organizados e elaboração de proposta(s) de ação(ões) sociopolítica(s) como parte da avaliação na unidade. Será proposto um grupo em rede social para compartilhamento de materiais e acompanhamento da ação sócio-política que será associada à resolução do caso pelos estudantes em grupos. No momento seguinte terá uma aula dialogada sobre segregação racial e implicações do contexto social na realização de pesquisas sem consentimento, a partir do caso, utilizando Textos de Divulgação Científica para análise e discussão em pequenos grupos.	Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Discussão sobre fatores socioambientais relacionados à incidência de cânceres. Será também levantada a questão de gênero relacionada ao câncer de colo de útero, associada a uma discussão sobre HPV. Os debates serão realizados em grupos e compartilhados com toda a turma.	Q9 e Q10.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Discussões iniciais sobre questões éticas na produção de conhecimento científico e	Q13.	<input type="checkbox"/> Atende completamente	<input type="checkbox"/> Atende completamente	



nas tecnologias (tecnociência).		<input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
<p>Debate em grupos sobre progresso epistemológico e o progresso ético da ciência e acerca da relação entre leis e códigos de ética e a vulnerabilidade de grupos sociais à práticas criminosas e/ou questionáveis do ponto de vista moral. Aula expositiva sobre teorias morais e discussão em grupos sobre como cada juízo moral pode estar associado ao caso em análise na QSC. Os grupos deverão se posicionar tanto em relação às alternativas que consideram mais justas para o caso na época quanto ao juízo moral mais justo no uso de tecidos humanos e dos outros animais para pesquisas em geral e posteriormente compartilhar e discutir com a turma. Ocorrerão orientações e acompanhamento do desenvolvimento das ações sócio-políticas pelxs estudantes.</p>	Q14, Q15, Q16 e Q17.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
<p>No primeiro momento será proposta uma discussão breve em grupos sobre normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em diferentes contextos, buscando uma relação com as teorias morais. Em seguida as equipes deverão sistematizar e compartilhar estratégias para lidar com o caso em análise simulando assumir diferentes papéis sociais.</p>	Q18 e Q19.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	

Será promovido um debate crítico em forma de Júri Simulado com defesa de pontos de vista sobre uso de tecidos humanos em pesquisas.	Q 20.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Discussão em pequenos grupos e compartilhamento com a turma sobre os conceitos de raça e a relação cor e racismo, práticas racistas nas biomédicas atuais e as inter-relações entre as alterações de raça, gênero e opressão de classe. Será realizado o compartilhamento das propostas de ações sócio-políticas pelos estudantes.	Q21, Q22 e Q23.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	

### Comentários gerais

(Você poderá comentar sobre qualquer aspecto da intervenção, inclusive sobre o caso da Questão sociocientífica)

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### **Câncer, racismo, sexismo e opressão de classe: o caso das células HeLa**

– O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico, disse o ginecologista Jones, médico que atendeu Henrietta Lacks no hospital, único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para “gente de cor”. Essa foi a primeira frase que Rebecca ouviu sobre o caso de Henrietta, num debate realizado no grupo feminista do qual faz parte. Curiosa e refletindo sobre a história, faz uma rápida busca na internet e, para sua surpresa, localiza algumas informações intrigantes. Rebecca procura sua professora de biologia e faz alguns questionamentos.

– Henrietta foi uma mulher negra e pobre nascida em Virgínia, Estados Unidos, na década de 1920, descendente de pessoas que foram escravizadas, explica a professora.

– Sim, professora. Eu li que, quando ela tinha 30 anos, ela percebeu um caroço no colo do útero...

– Exatamente e ela foi diagnosticada com “Carcinoma epidermoide do colo do útero, Estágio I”, e foi submetida aos procedimentos de tratamento padrão. Como era comum na época, seu ginecologista coletou amostras, antes mesmo de iniciar o tratamento, e sem que ela soubesse, mandou-as para Dr. Gey, que analisava amostras de qualquer mulher com câncer cervical, a fim de usá-las para pesquisas sobre o câncer.

Rebecca interrompe e questiona: – Sem o consentimento? E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?

– Então, os cientistas vinham tentando manter células humanas vivas em culturas havia décadas, mas elas sempre morriam. Já as células de Henrietta, sem compreensão muito clara da ciência, foram as primeiras células humanas a se reproduzirem de modo indefinido em laboratório, por isso são consideradas imortais. Elas são conhecidas como células HeLa, já que Dr. Gey codificava as células usando as duas primeiras letras do primeiro e último nome da paciente, fala a professora Paula, que se despede informando que precisa ir para sala de aula, sugerindo a leitura do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”.

Durante a leitura, alguns trechos chamaram a atenção de Rebecca. Os avanços científicos permitidos pela utilização das células HeLa, como clonagem e a vacina da poliomielite, em detrimento da situação social dos familiares de Henrietta, como relatou sua

filha Deborah: – Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico? A falta de compreensão do caso pela família: – “Ninguém aqui nunca entendeu como é que ela pode estar morta e aquele negócio ainda estar vivo.”, conforme comentário de Cootie, primo de Henrietta. Além disso, um diálogo entre seu filho, Zakaruyya, e Dr. Christoph chamou atenção de Rebecca: – Se essas são as células da nossa mãe, como é possível não serem pretas se ela era preta?, questionou. – Debaixo do microscópio, as células não têm cor, respondeu Christoph, cientista que levou dois filhos de Henrietta para visualizarem suas células pela primeira vez.

Levando-se em consideração os aspectos apresentados no caso de Henrietta e os avanços nos direitos humanos, vocês consideram que a subjugação e a violência sofridas por mulheres e jovens negrxs e pobres ainda persistem? Quais medidas seu grupo propõe para agir diante de situações desse tipo?

### **Questões orientadoras**

Propomos questões sobre o caso para serem discutidas em sala de aula durante uma sequência didática que podem direcionar uma análise dialogada profunda do caso:

- 1) O hospital que atendeu Henrietta era o “único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para ‘gente de cor’”. O que você pensa a respeito dessa separação? **(P1, A1 e A2)**
- 2) Sobre a fala “O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico”. Quais as possíveis relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso? **(P3, P9, A1 e A2)**
- 3) Situe historicamente esse tipo de segregação e, com base em dados estatísticos sobre o subjugação de mulheres, pessoas negras e pobres no contexto atual de nosso país, discuta sobre as formas de separação racial que ocorrem no contexto brasileiro atual. **(P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**

- 4) Busque, exemplifique e discuta a importância histórica dos movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe. Existem movimentos análogos relacionados com outras opressões? **(P3, P4, A1 e A2)**
- 5) Elabore e promova alguma ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico. **(P3, A1 e A3)**
- 6) Qual(is) a(s) possível(is) causa(s) de cânceres? **(C1, C2, P3 e A1)**
- 7) Existe relação entre o ciclo mitótico e o câncer? Explique. **(C1, C2, P3 e A1)**
- 8) Quais as funções da mitose para a manutenção da vida? **(C1, C2, P3 e A1)**
- 9) A professora Paula explicou que Henrietta foi diagnosticada com carcinoma epidermoide do colo do útero. Qual(is) a(s) possível(eis) causa(s) desse tipo de câncer? Discuta a questão de gênero relacionada com esse tipo de câncer. **(C1, C2, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
- 10) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Explique. **(C1, C2, P3, P5 e A1)**
- 11) Qual(is) a(s) possível(is) forma(s) de tratamento para os cânceres? **(C3, P3 e A1)**
- 12) Por que as células HeLa permitem o estudo de produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana? Discuta. **(C3, P3 e A1)**
- 13) Sobre a dúvida de Rebecca “E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?”, você considera que Henrietta Lacks ainda está viva? Discuta. **(C3, P3, P7 e A1)**

- 14) Existe relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética? Se sim, qual(is) seria(m)? Se não, por que você pensa assim? Compartilhe com a turma. **(P2, P6, A1 e A2)**
- 15) Em 1950, nos Estados Unidos, nenhuma lei ou código de ética exigia que os médicos pedissem permissão para retirar tecidos de pacientes vivos. Discuta com a turma sobre a situação legal atual do Brasil. Há esse tipo de prática ilegal ocorrendo? Quais as pessoas mais vulneráveis a crimes dessa natureza? **(P3, P6, A1 e A2)**
- 16) Pondo à prova algumas variações possíveis de julgamento ético e moral – perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes – discuta no seu grupo como cada tipo de juízo moral pode estar associado ao caso em análise. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 17) Qual(is) alternativa(s) mais justa(s) seria(am) possível(is) para o caso na época? Justifique acionando filosofia(s) moral(is). E hoje? Qual tipo de juízo moral você considera mais justo no uso de tecidos humanos e de outros animais para pesquisas? Discuta em grupo e compartilhe com a turma. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 18) Descreva e discuta brevemente as normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em contextos diferentes no mundo, atualmente, relacionando com as teorias morais. **(C4, P3, P5, A1 e A2)**
- 19) No caso abordado, que estratégias sua equipe adotaria para lidar com as questões do caso se fosse: 1) a equipe médica, 2) a família e 3) um cidadão informado sobre o caso. **(P3, P7, A1 e A2)**
- 20) Debata e defenda pontos de vista sobre o dilema do uso de tecidos humanos em pesquisas com e sem consentimento. **(P3, P5, P6, P8, A1 e A2)**
- 21) O diálogo entre o filho de Henrietta e o cientista pode gerar uma série de reflexões sobre os conceitos de raça e a relação entre cor e racismo. Para sua equipe, o que significa o atributo da cor preta para o filho de Henrietta? O que pode explicar sua

surpresa ao observar as células HeLa ao microscópio? A resposta do cientista indica que na medicina atual não há práticas racistas? (C5, P3, P7, P9, A1 e A2)

22) Discuta sobre o seguinte questionamento de Deborah, filha de Henrietta “Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico?”. (C5, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)

23) Discuta as inter-relações entre as alterações de raça, gênero e opressão de classe. (C5, P3, P5, A1 e A2)

### **Objetivos de aprendizagem:**

Organizamos abaixo alguns objetivos de aprendizagem para a educação científica de acordo com os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998; CONRADO, NUNES-NETO, 2015). Destacamos que tais conteúdos não são separados tipologicamente, mas sistematizados em termos de dimensões, de modo que estes estão, portanto, intimamente interligados. Assim, alguma dimensão de conteúdo pode ter maior preponderância em algum momento didático em detrimento de outra, por exemplo. Essa organização didática em dimensões de conteúdo tem relevância para uma educação científica que preza por uma formação mais integral e crítica, não fragmentada, visando tomada de decisão, politização do ensino, discussão sobre questões morais, afetivas, dentre outros elementos. Para facilitar o reconhecimento da articulação entre esses objetivos e as questões norteadoras acima, inserimos as questões correspondentes nos parênteses ao lado.

### **Conceituais (C):**

**C1** - Compreender o processo de mitose e sua relação com o câncer;

**C2** - Entender sobre o tipo de câncer carcinoma epidermoide de colo do útero;

**C3** - Relacionar a produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana com os estudos provenientes das células HeLa;

**C4** - Compreender três teorias morais – consequencialismo, deontologia e ética das virtudes;

**C5** - Compreender a relação de interseção entre alterizações ligadas ao racismo, sexismo e opressão de classe.

**Procedimentais (P):**

**P1**- Expor concepções e conhecimentos prévios sobre questões éticas ligadas ao caso de HenriettaLacks;

**P2** - Expor concepções e conhecimentos prévios sobre a relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética;

**P3** - Realizar levantamento bibliográfico e consultas a Textos de Divulgação Científica sobre as temáticas;

**P4** - Classificar/exemplificar movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe;

**P5** - Discutir sobre as questões sociais e ambientais associadas ao caso;

**P6** - Compartilhar sistematicamente as discussões construídas com base nos recortes da QSC debatida;

**P7** - Discutir questões éticas envolvidas no caso de Henrietta Lacks a partir de elementos de sua história e das células HeLa;

**P8** - Debater e defender pontos de vista sobre dilemas do uso de tecidos humanos em pesquisas;

**P9** - Sintetizar ideias centrais a partir da leitura de pequenos textos sobre aspectos ligados a alterizações de raça, gênero e opressão de classe a partir do caso de HenriettaLacks.

**Atitudinais (A):**

**A1** - Trabalhar em equipe e tolerar diferentes pontos de vista;

**A2** - Identificar, avaliar e discutir questões éticas nos discursos, legislação e ações relacionadas às alterizações negativas com enfoque de raça, gênero e opressão de classe envolvidas no caso em análise e para além deste;

**A3** - Promover ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterizações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico.



**APÊNDICE C - ROTEIRO COM QUESTÕES PARA GRUPO FOCAL**



Universidade Federal da Bahia  
Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências  
Instituto Federal da Bahia – Camaçari

### Roteiro de discussão para reunião em Grupo Focal

- 1) O que vocês acharam das aulas sobre mitose e câncer?
- 2) O que acharam das discussões promovidas sobre a articulação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente?
- 3) A forma como as aulas foram conduzidas - a partir de tais discussões – favoreceu/prejudicou o processo de compreensão e apropriação de conhecimentos, valores, habilidades...? Dê exemplos de situações em que favoreceu. Dê exemplos em que dificultou.
- 4) Falem um pouco sobre suas impressões e conclusões sobre nossas atividades em relação aos seguintes aspectos:
  - A) Aulas dialogadas
  - B) Organização das atividades em grupos via trabalho cooperativo
  - C) Uso de textos de divulgação científica
  - D) Uso da QSC com o caso de Henrietta Lacks
  - E) Ensino explícito de ética
  - F) Debate na turma para posicionamento crítico
- 5) O que vocês acharam de nossa sequência didática envolver a proposição de ações sociopolíticas por vocês? Vocês consideram que as ações sociopolíticas, quando executadas, poderão alcançar os objetivos?
- 6) Ficou algo que tenham dúvida, sem compreender? Se sim, por qual motivo vocês acham que ocorreu?
- 7) O que vocês acham que nós (professorxs e studentxs) poderíamos ter mantido do mesmo jeito, ter feito melhor ou ter feito diferente nas aulas? O que vocês mudariam para melhorar?

**APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES MAIORES DE IDADE**



Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
 Universidade Federal da Bahia  
 Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### PROJETO: Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks

Prezada/o estudante,

Você está sendo convidada/o para participar de uma pesquisa realizada em sala de aula. Estamos desenvolvendo um projeto no qual investigaremos, por meio de uma colaboração com a professora de biologia, aulas sobre mitose e câncer. Para tanto, a sua participação será através do envolvimento nas atividades dos planos de aulas que terão duração aproximada de oito aulas/quatro encontros. Vale informar que o projeto integra o planejamento escolar e o currículo de biologia normais. A sua colaboração é fundamental para que possamos investigar abordagens que viabilizem o aprimoramento do ensino de biologia.

Nós nos comprometemos com a garantia de confidencialidade de todos os registros escritos e das filmagens, e com o sigilo das informações, de modo que os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a sua identificação. Sua participação é voluntária e sem interesse financeiro, não estando correndo riscos ou prejuízos de qualquer natureza. Gostaríamos de esclarecer que a Instituição Escolar está ciente desta pesquisa. A pesquisa tem a orientação da Professora Dra. Rosiléia Almeida, Professora do Departamento de Educação da UFBA, e do Professor Dr. Nei Nunes-Neto, Professor do Instituto de Biologia da UFBA, e faz parte do projeto de doutorado de Ayane de Souza Paiva, em colaboração com a Professora Dra. Ana Paula Guimarães, Professora que leciona nesta Unidade Escolar.

Desde já, agradecemos a sua importante colaboração para o desenvolvimento desta pesquisa que visa aperfeiçoar o ensino de biologia.

Atenciosamente,

Professora Dra. Ana Paula Guimarães (IFBA- Camaçari)

Doutoranda Ayane de Souza Paiva (UFBA/UEFS)

Declaro que entendi os objetivos e a importância da minha participação na pesquisa e concordo em colaborar.

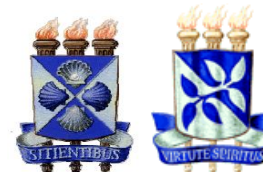
Assinatura da/o Estudante:

---

**APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES MENORES DE IDADE**



Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
 Universidade Federal da Bahia  
 Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### PROJETO: Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks

Prezadas/os responsáveis,

Sua/seu filha/o está sendo convidada/o para participar de uma pesquisa realizada em sala de aula. Estamos desenvolvendo um projeto no qual investigaremos, por meio de uma colaboração com a professora de biologia, aulas sobre mitose e câncer. Para tanto, a participação da/o estudante será através do envolvimento nas atividades dos planos de aulas que terão duração aproximada de oito aulas/quatro encontros. Vale informar que o projeto integra o planejamento escolar e o currículo de biologia normais. A colaboração da/o estudante é fundamental para que possamos investigar abordagens que viabilizem o aprimoramento do ensino de biologia.

Nós nos comprometemos com a garantia de confidencialidade de todos os registros escritos e das filmagens, e com o sigilo das informações, de modo que os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação da/o estudante. A participação da/o estudante é voluntária e sem interesse financeiro, não estando correndo riscos ou prejuízos de qualquer natureza. Gostaríamos de esclarecer que a Instituição Escolar está ciente desta pesquisa. A pesquisa tem a orientação da Professora Dra. Rosiléia Almeida, Professora do Departamento de Educação da UFBA, e do Professor Dr. Nei Nunes-Neto, Professor do Instituto de Biologia da UFBA, e faz parte do projeto de doutorado de Ayane de Souza Paiva, em colaboração com a Professora Dra. Ana Paula Guimarães, Professora que leciona nesta Unidade Escolar.

Desde já, agradecemos a importante colaboração da/o sua/seu filha/o para o desenvolvimento desta pesquisa que visa aperfeiçoar o ensino de biologia.

Atenciosamente,

Professora Dra. Ana Paula Guimarães (IFBA- Camaçari)

Doutoranda Ayane de Souza Paiva (UFBA/UEFS)

Declaro que entendi os objetivos e a importância da participação da/o minha/meu filha/o na pesquisa e permito a sua colaboração.

Nome da/o Estudante:

---

Assinatura de Mãe, Pai ou Responsável

---

**APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A  
DIRETORA DE ENSINO**



Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
 Universidade Federal da Bahia  
 Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**PROJETO: Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks**

ILMa Sra. Diretora de Ensino do Campus IFBA – Camaçari

Levo ao conhecimento de Vossa Senhoria, que estaremos aplicando uma sequência didática no componente curricular biologia na terceira série do Ensino Médio integrado ao técnico, com devido consentimento das/os responsáveis (termo em anexo), no âmbito desta Unidade, no período compreendido entre os meses de maio e junho de 2017, totalizando oito aulas e quatro encontros. A aplicação da referida sequência didática tem como objetivo investigar abordagens que viabilizem o aprimoramento do ensino de biologia, visando uma formação mais integral e crítica. A pesquisa tem a orientação da Professora Dra. Rosiléia Almeida (Doutora em Educação, UNICAMP), Professora adjunta do Departamento de Educação da UFBA, e do Professor Dr. Nei Nunes-Neto (Doutor em Ecologia, UFBA), Professor adjunto do Instituto de Biologia, UFBA, e faz parte do projeto de doutorado de Ayane de Souza Paiva, em colaboração com a Professora Dra. Ana Paula Guimarães, (Doutora em Genética e Biologia Molecular, UFRGS), professora que leciona nesta Unidade Escolar. Para iniciarmos as atividades necessitamos do consentimento de Vossa Senhoria, o qual solicitamos com o presente documento.

Desde já, agradecemos a vossa importante colaboração para o desenvolvimento desta pesquisa que visa aperfeiçoar o ensino de biologia.

Atenciosamente,

Professora Dra. Ana Paula Guimarães (IFBA- Camaçari)

Doutoranda Ayane de Souza Paiva (UFBA/UEFS)

Após esclarecimento sobre o objetivo e importância da pesquisa, autorizo o desenvolvimento da mesma nas turmas da terceira série do Ensino Médio.

---

Diretora de Ensino do Campus IFBA – Camaçari



**APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O  
COORDENADOR DE ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS**



Instituto Federal da Bahia – Camarári  
 Universidade Federal da Bahia  
 Universidade Estadual de Feira de Santana



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**PROJETO: Princípios de *design* para o ensino de biologia celular: questões éticas e ação sociopolítica inspiradas no caso de Henrietta Lacks**

ILMo Sr. Coordenador de Área de Ciências Naturais e Exatas do Instituto Federal da Bahia – Campus Camarári.

Levo ao conhecimento de Vossa Senhoria, que estaremos aplicando uma sequência didática no componente curricular biologia na terceira série do Ensino Médio integrado ao técnico, com devido consentimento das/os responsáveis (termo em anexo), no âmbito desta Unidade, no período compreendido entre os meses de maio e junho de 2017, totalizando oito aulas e quatro encontros. A aplicação da referida sequência didática tem como objetivo investigar abordagens que viabilizem o aprimoramento do ensino de biologia, visando uma formação mais integral e crítica. A pesquisa tem a orientação da Professora Dra. Rosiléia Almeida (Doutora em Educação, UNICAMP), Professora adjunta do Departamento de Educação da UFBA, e do Professor Dr. Nei Nunes-Neto (Doutor em Ecologia, UFBA), Professor adjunto do Instituto de Biologia, UFBA, e faz parte do projeto de doutorado de Ayane de Souza Paiva, em colaboração com a Professora Dra. Ana Paula Guimarães (Doutora em Genética e Biologia Molecular, UFRGS), professora que leciona nesta Unidade Escolar. Para iniciarmos as atividades necessitamos do consentimento de Vossa Senhoria, o qual solicitamos com o presente documento.

Desde já, agradecemos a vossa importante colaboração para o desenvolvimento desta pesquisa que visa aperfeiçoar o ensino de biologia.

Atenciosamente,

Professora Dra. Ana Paula Guimarães (IFBA- Camarári)

Doutoranda Ayane de Souza Paiva (UFBA/UEFS)

Após esclarecimento sobre o objetivo e importância da pesquisa, autorizo o desenvolvimento da mesma nas turmas da terceira série do Ensino Médio.

---

Coordenador Pedagógico de Ciências Naturais do Instituto Federal da Bahia  
 (Campus Camarári).

## **APÊNDICE H – CASO DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA**



**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**  
**Disciplina: biologia**  
**Professora: Ana Paula Guimarães**

**CASO DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA**

**Câncer, racismo, sexismo e opressão de classe: o caso das células HeLa**

– O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico, disse o ginecologista Jones, médico que atendeu Henrietta Lacks no hospital, único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negrxs, ainda que xs separasse em enfermarias para “gente de cor”. Essa foi a primeira frase que Rebecca ouviu sobre o caso de Henrietta, num debate realizado no grupo feminista do qual faz parte. Curiosa e refletindo sobre a história, faz uma rápida busca na internet e, para sua surpresa, localiza algumas informações intrigantes. Rebecca procura sua professora de biologia e faz alguns questionamentos.

– Henrietta foi uma mulher negra e pobre nascida em Virgínia, Estados Unidos, na década de 1920, descendente de pessoas que foram escravizadas, explica a professora.

– Sim, professora. Eu li que, quando ela tinha 30 anos, ela percebeu um caroço no colo do útero...

– Exatamente e ela foi diagnosticada com “Carcinoma epidermoide do colo do útero, Estágio I”, e foi submetida aos procedimentos de tratamento padrão. Como era comum na época, seu ginecologista coletou amostras, antes mesmo de iniciar o tratamento, e sem que ela soubesse, mandou-as para Dr. Gey, que analisava amostras de qualquer mulher com câncer cervical, a fim de usá-las para pesquisas sobre o câncer.

Rebecca interrompe e questiona: – Sem o consentimento? E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?

– Então, cientistas vinham tentando manter células humanas vivas em culturas havia décadas, mas elas sempre morriam. Já as células de Henrietta, sem compreensão muito clara da ciência, foram as primeiras células humanas a se reproduzirem de modo indefinido em laboratório, por isso são consideradas imortais. Elas são conhecidas como células HeLa, já que Dr. Gey codificava as células usando as duas primeiras letras do primeiro e último nome da paciente, fala a professora Paula, que se despede informando que precisa ir para sala de aula, sugerindo a leitura do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”.

Durante a leitura, alguns trechos chamaram a atenção de Rebecca. Por exemplo, os avanços científicos permitidos pela utilização das células HeLa, como quimioterapia e a

vacina da poliomielite, em detrimento da situação social dos familiares de Henrietta, como relatou sua filha Deborah:

– Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico?

A falta de compreensão do caso pela família, conforme comentário de Cootie, primo de Henrietta:

– Ninguém aqui nunca entendeu como é que ela pode estar morta e aquele negócio ainda estar vivo.

Além disso, um diálogo entre seu filho, Zakaruyya, e Dr. Christoph chamou atenção de Rebecca:

– Se essas são as células da nossa mãe, como é possível não serem pretas se ela era preta?- questionou.

– Debaixo do microscópio, as células não têm cor, respondeu Christoph, cientista que levou uma filha e um filho de Henrietta para visualizarem suas células pela primeira vez.

Levando-se em consideração os aspectos apresentados no caso de Henrietta e os avanços nos direitos humanos, vocês consideram que a subjugação e a violência sofridas por mulheres e jovens negrxs e pobres ainda persistem? Quais medidas seu grupo propõe para agir diante de situações desse tipo?

**APÊNDICE I – TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COM ROTEIRO DE DISCUSSÃO UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

## Texto de Divulgação Científica sobre Agrotóxicos e câncer

### 'Epidemia de câncer'? Alto índice de agricultores gaúchos doentes põe agrotóxicos em xeque

Paula Sperb, de Porto Alegre para a BBC Brasil, 23 agosto 2016

O agricultor Atílio Marques da Rosa, de 76 anos, andava de moto quando sentiu uma forte tontura e caiu na frente de casa em Braga, uma cidadezinha de menos de 4 mil habitantes no interior do Rio Grande do Sul. "A tontura reapareceu depois, e os exames mostraram o câncer", conta o filho Osmar Marques da Rosa, de 55 anos, que também é agricultor.

Seu Atílio foi diagnosticado há um ano com um tumor na cabeça, localizado entre o cérebro e os olhos. Por causa da doença, já não trabalha em sua pequena propriedade, na qual produzia milho e mandioca. Para ele, o câncer tem origem: o contato com agrotóxicos, produtos químicos usados para matar insetos ou plantas dos quais o Brasil é líder mundial em consumo desde 2009.

"Meu pai acusa muito esse negócio de veneno. Ele nunca usou, mas as fazendas vizinhas sempre pulverizavam a soja com avião e tudo", diz Osmar. O noroeste gaúcho, onde seu Atílio mora, é campeão nacional no uso de agrotóxicos, segundo um mapa do Laboratório de Geografia Agrária da USP, elaborado a partir de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Para especialistas que lidam com o problema localmente, não há dúvidas sobre a relação entre o veneno e a doença. "Diversos estudos apontam a relação do uso de agrotóxicos com o câncer", diz o oncologista Fábio Franke, coordenador do Centro de Alta Complexidade em Oncologia (Cacon) do Hospital de Caridade de Ijuí, que atende 120 municípios da região.

O glifosato é o agrotóxico mais usado no país, e fabricado pela Monsanto, que rechaça a relação do uso do produto com a doença. A empresa diz tratar-se de "um dos herbicidas mais usados no mundo, por mais de 40 anos e em mais de 160 países", e que "nenhuma associação do glifosato com essas doenças é apoiada por testes de toxicologia, experimentação ou observações". Já o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg), que representa os fabricantes de agrotóxicos, encaminhou o questionamento da BBC Brasil para a Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), que responde basicamente pelas mesmas empresas.

Em nota, a Andef afirma que "toda substância química, sintetizada em laboratório ou mesmo aquelas encontradas na natureza, pode ser considerada um agente tóxico" e que os riscos à saúde dependem "das condições de exposição, que incluem: a dose (quantidade de ingestão ou contato), o tempo, a frequência etc.". Um dos principais problemas é que boa parte dos trabalhadores não segue as instruções técnicas para o manejo das substâncias.

"Nós sempre perguntamos se usam proteção, se usam equipamento. Mas atendemos principalmente pessoas carentes. Da renda deles não sobra para comprar máscaras, luvas, óculos. Eles ficam expostos", diz Emília Barcelos Nascimento, voluntária da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Ijuí. Anderson Scheifler, assistente social da Associação de Apoio a Pessoas com Câncer da cidade (Aapecan), corrobora: "Temos como relato de vida dessas pessoas um histórico de utilização excessiva de defensivos agrícolas e, na maioria das vezes, sem uso de proteção".

## 'Alarmante epidemia'

Um estudo realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) comparou o número de mortes por câncer da microrregião de Ijuí com as registradas no Estado e no país entre 1979 e 2003 e constatou que a taxa de mortalidade local supera tanto a gaúcha, que já é alta, como a nacional. De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (Inca), o Rio Grande do Sul é o Estado com a maior taxa de mortalidade pela doença. Em 2013, foram 186,11 homens e 140,54 mulheres mortos para cada grupo de 100 mil habitantes de cada sexo.

O índice é bem superior ao registrado pelos segundos colocados, Paraná (137,60 homens) e Rio de Janeiro (118,89 mulheres). O Estado também é líder na estimativa de novos casos de câncer neste ano, também elaborada pelo Inca - 588,45 homens e 451,89 mulheres para cada 100 mil pessoas de cada sexo. Em 2014, 17,5 mil pessoas morreram de câncer em terras gaúchas - no país todo, foram 195 mil óbitos.

Anualmente, cerca de 3,6 mil novos pacientes são atendidos na unidade coordenada por Franke. Se incluídos os antigos, são 23 mil atendimentos. Destes, 22 mil são bancados pelo SUS - os cofres públicos desembolsam cerca de R\$ 12 milhões por ano para os tratamentos. Segundo o oncologista, a maioria dos doentes vem da área rural - mas o problema pode ser ainda maior, já que os malefícios dos agrotóxicos não ocorrem apenas por exposição direta pelo trabalho no campo, mas também via alimentação, contaminação da água e ar.

"Se esses números fossem de pacientes de dengue ou mesmo uma simples gripe, não tenho dúvida de que a situação seria tratada como a mais alarmante epidemia, com decreto de calamidade pública e tudo. Mas é câncer. Há um silêncio estranho em torno dessa realidade", afirma o promotor Nilton Kasctin do Santos, do Ministério Público da cidade de Catuípe. "Milhares de pessoas estão morrendo de câncer por causa dos agrotóxicos", acrescenta ele, que atua no combate aos produtos. Mas, segundo a Andef, "o setor de defensivos agrícolas apresenta o grau de regulamentação mais rígido do mundo".

## Salto no consumo

A comercialização de agrotóxicos aumentou 155% em dez anos no Brasil, apontam os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), estudo elaborado pelo IBGE no ano passado - entre 2002 e 2012, o uso saltou de 2,7 quilos por hectare para 6,9 quilos por hectare. O número é preocupante, especialmente porque 64,1% dos venenos aplicados em 2012 foram considerados como perigosos e 27,7% muito perigosos, aponta o IBGE.

O Inca é um dos órgãos que se posicionam oficialmente "contra as atuais práticas de uso de agrotóxicos no Brasil" e "ressalta seus riscos à saúde, em especial nas causas do câncer". Como solução, recomenda o fim da pulverização aérea dos venenos, o fim da isenção fiscal para a comercialização dos produtos e o incentivo à agricultura orgânica, que não usa agrotóxico para o cultivo de alimentos. Márcia Sarpa Campos Mello, pesquisadora do instituto e uma das autoras do "Dossiê Abrasco - Os impactos dos Agrotóxicos na Saúde", ressaltou que o agrotóxico mais usado no Brasil é o glifosato - vendido com o nome de Roundup e fabricado pela Monsanto. Segundo ela, o glifosato está relacionado aos cânceres de mama e próstata, além de linfoma e outras mutações genéticas.



"A Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que 80% dos casos de câncer são atribuídos à exposição de agentes químicos. Se os agrotóxicos também são esses agentes, o que já está comprovado, temos que diminuir ou banir completamente esses produtos", defende.

A Monsanto, entretanto, rechaça a opinião. Procurada pela BBC Brasil, a empresa afirma que o registro do glifosato na União Européia foi renovado por 18 meses, em junho. A renovação, porém, não passou sem polêmica. A intenção inicial era que a renovação fosse por 15 anos. França, Itália, Suécia e Países Baixos foram contra. Um dos motivos é a recente classificação da Agency for Research on Cancer (IARC), parte da Organização Mundial da Saúde, que classificou o glifosato como "provavelmente cancerígeno para humanos".

Procurada, a Monsanto afirma que "todos os usos de produtos registrados à base de glifosato são seguros para a saúde e o meio ambiente, o que é comprovado por um dos maiores bancos de dados científicos já compilados sobre um produto agrícola".

Segundo a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco), o brasileiro consome até 12 litros de agrotóxico por ano. A bióloga Francesca Werner Ferreira, da Aipan (Associação Ijuicense de Proteção ao Ambiente Natural) e professora da Unijuí (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul), alerta que a situação é ainda pior no noroeste gaúcho, onde o volume consumido pode ser três vezes maior. Ela conta que produtores da região têm abusado das substâncias para secar culturas fora de época da colheita e, assim, aumentar a produção. É o caso do trigo, que recebe doses extras de glifosato, 2,4-D, um dos componentes do "agente laranja", usado como arma química durante a Guerra do Vietnã, e paraquat.

Segundo o promotor Nilton Kasctin do Santos, este último causa necrose nos rins e morte das células do pulmão, que terminam em asfixia sem que haja a possibilidade de aplicação de oxigênio, pois isso potencializaria os efeitos da substância. "Nada disso é invenção de palpiteiro, de ambientalista de esquerda ou de algum cientista maluco que nunca tomou sol. Também não é invenção de algum inimigo do agronegócio. Sabe quem diz tudo isso sobre o paraquat? O próprio fabricante. Está na bula, no rótulo", alerta o promotor.

No último ano, 52 pessoas morreram por intoxicação por paraquat em terras gaúchas, segundo o Centro de Informação Toxicológica do Estado. No Brasil, 1.186 mortes foram causadas por intoxicação por agrotóxico de 2007 a 2014, segundo a coordenadora do Laboratório de Geografia Agrária da USP, Larissa Bombardi. A estimativa é que para cada registro de intoxicação existam outros 50 casos não notificados, afirma ela. A pesquisa da professora aponta ainda que 300 bebês de zero a um ano de idade sofreram intoxicação no mesmo período. A Syngenta, fabricante do paraquat, não se manifestou sobre os casos de intoxicação e afirmou endossar o posicionamento da Andef.

Fonte: <http://www.bbc.com/portuguese/brasil-37041324>



**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**

**Disciplina: biologia**

**Professora: Ana Paula Guimarães**

### **ROTEIRO DE DISCUSSÃO: AGROTÓXICOS E CÂNCER**

- 1) Sistematizem em um ou dois parágrafos a ideia central do/s texto/s de divulgação científica.
- 2) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Citem e expliquem.
- 3) Há aspectos controversos no texto do ponto de vista da sua equipe? Discutam.
- 4) Que questões éticas relacionadas com a temática vocês gostariam de destacar? Discutam e se posicionem.
- 5) Vocês consideram bons os argumentos utilizados no/s texto/s sobre as temáticas? Discutam visando, na medida do possível, um consenso da equipe.
- 6) Na opinião de vocês, trabalhadores do agronegócio estão mais propensos a desenvolver câncer? Discutam.
- 7) Na opinião do grupo, quais interesses existem na manutenção da produção de alimentos a partir do uso de agrotóxicos? Discutam e posicionem-se.
- 8) Mesmo com muitas evidências científicas a Monsanto argumenta que agrotóxicos não são potenciais para o desenvolvimento de câncer. Quais questões éticas estão associadas a esse tipo de discursos e práticas?

## **Texto de Divulgação Científica sobre obesidade e câncer**

### **Câncer e obesidade, qual a evidência?**

Categoria: Atualização Científica Publicado em 05 Maio 2015

As taxas de obesidade vêm aumentando em todo o mundo e o Brasil acompanha essa tendência. Além de se relacionar ao aumento da incidência de diversos tipos de neoplasias, como tumores de mama, endométrio e esôfago, a obesidade também se correlaciona a pior prognóstico e maior mortalidade de certos grupos de tumores. Dessa forma, o controle do peso torna-se um dos fatores modificáveis mais importantes na prevenção e controle do câncer, devendo se tornar discussão rotineira entre os médicos e seus pacientes.

No Brasil, segundo estimativas do Instituto Nacional do Câncer para o ano de 2014, são esperados aproximadamente 576 mil casos novos de câncer. Tanto estratégias de rastreamento quanto de prevenção são eficazes para reduzir a mortalidade relacionada ao câncer; estima-se que 50% das neoplasias sejam passíveis de prevenção. Dentre os inúmeros fatores de risco associados ao desenvolvimento de tumores, a obesidade vem ganhando papel de destaque.

Nos Estados Unidos, as taxas de obesidade são alarmantes e dados brasileiros apontam a mesma tendência. Em levantamento do Ministério da Saúde realizado no ano de 2013, 50.8% da população adulta estava acima do peso. Estudo prospectivo com uma coorte de 900.000 adultos saudáveis acompanhados durante 16 anos demonstrou que indivíduos obesos apresentaram um risco significativamente maior de desenvolver um câncer e de falecer em decorrência dessa neoplasia em relação àqueles não obesos. Diversos tipos de neoplasias estão relacionados à obesidade ou excesso de peso, incluindo associações mais conhecidas como câncer colo-retal, câncer de mama em mulheres pós-menopausadas e câncer de endométrio, até associações menos comuns, como pâncreas, esôfago, tireóide, linfoma não-Hodgkin, leucemia, mieloma e tumores de próstata agressivos.

Por exemplo, indivíduos com índice de massa corpórea superior a 30 tem 2 vezes mais risco de desenvolver um tumor pancreático. Os mecanismos responsáveis pelo aumento da incidência de neoplasias variam de acordo com o tipo de tumor, com destaque para o aumento da produção endógena de estrógenos nos tumores de mama e endométrio e no aumento da produção de IGF-1 (fator de crescimento insulina símile) e de agentes inflamatórios para os tumores de cólon. De uma forma geral, acredita-se que os adipócitos possam exercer certo grau de regulação sobre a cascata de sinalização intra-celular, levando à proliferação e carcinogênese.

A obesidade também se relaciona a pior prognóstico em indivíduos acometidos por tumores em estágio inicial. Para mulheres com câncer de mama, por exemplo, diversos estudos demonstram a relação entre o peso ao diagnóstico e o risco de recorrência e mortalidade – quanto maior o peso, pior o desfecho, mesmo para aquelas pacientes tratadas adequadamente com os regimes de quimio e radioterapia indicados. Em uma meta-análise envolvendo 43 estudos, evidenciou-se 33% de aumento de mortalidade em geral e relacionada ao câncer de mama em mulheres obesas comparadas com pacientes não-obesas. Alguns estudos sugerem que o peso corporal pode influenciar a resposta ao tratamento local e sistêmico em homens com tumores de próstata inicial e avançado. De maneira semelhante, resultados de uma meta-análise com estudos envolvendo pacientes submetidos à quimioterapia adjuvante baseada em 5FU para tumores de cólon estágio II e III demonstraram uma relação significativa entre o aumento do índice de massa corpórea e a diminuição da sobrevida livre de progressão e sobrevida global.

Nesse contexto, a Sociedade Americana de Oncologia lançou o controle da obesidade como iniciativa fundamental para o biênio 2013-2014, buscando incentivar pesquisa em biologia da obesidade e câncer, promover a discussão entre oncologistas e pacientes sobre o controle de peso na prevenção primária e terciária de câncer e estimular hábitos de dieta equilibrada e atividade física.

Fonte: <http://www.onconews.com.br/site/home-page/servi%C3%A7os/atualiza%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-index/finish/4-artigos-cientificos/16-cancer-e-obesidade-qual-a-evidencia/0.html>



**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**

**Disciplina: biologia**

**Professora: Ana Paula Guimarães**

### **ROTEIRO DE DISCUSSÃO: OBESIDADE E CÂNCER**

- 1) Sistematizem em um ou dois parágrafos a ideia central do/s texto/s de divulgação científica.
- 2) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Citem e expliquem.
- 3) Há aspectos controversos no texto do ponto de vista da sua equipe? Discutam.
- 4) Que questões éticas relacionadas com a temática vocês gostariam de destacar? Discutam e se posicionem.
- 5) Vocês consideram bons os argumentos utilizados no/s texto/s sobre as temáticas? Discutam visando, na medida do possível, um consenso da equipe.
- 6) O fato de uma pessoa ter sobrepeso ou obesidade indica necessariamente que ela vai desenvolver câncer? Expliquem.
- 7) Vocês consideram que há outras questões mais amplas associadas aos discursos médicos sobre a obesidade ser um fator causal do câncer? Discutam.

## Texto de Divulgação Científica sobre consumo de carne e câncer

O CONSUMO DE CARNE PROVOCA CÂNCER: O ALERTA CHOCANTE VEM DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE  
27/10/15, por Daia Florios

A carne é cancerígena. Ou melhor, a carne vermelha é provavelmente cancerígena, enquanto as salsichas, linguiças, mortadelas e todos os outros tipos de produtos feitos de carne são cancerígenos com toda a certeza. Bacon, salame, presunto... A longa lista vem da Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), que faz parte da Organização Mundial da Saúde (OMS).

O anúncio é o resultado de uma reunião de 22 cientistas de 10 países que se juntaram aos especialistas do IARC em Lyon, França, para avaliarem a carcinogênese do consumo de carne vermelha e da carne processada. As avaliações serão publicados oficialmente no Volume 114 do IARC Monographs, mas, entretanto, no site do IARC já apareceu um comunicado de imprensa, juntamente com uma lista de perguntas e respostas que não deixam espaço para muitas dúvidas.

Lê-se que a carne vermelha é provavelmente cancerígena para os seres humanos (e, portanto, foi incluída no grupo 2A), enquanto a carne processada e tratada foi oficialmente classificada como cancerígena (consequentemente, no grupo 1A), com bases comprovadas.

Mas, na prática, qual é a diferença entre os grupos 2A e 1A?

No primeiro caso, o da carne vermelha, a classificação é baseada em provas limitadas, ou seja, em estudos que demonstram associações positivas entre comer carne vermelha e desenvolver câncer. Em outras palavras significa que verificou-se associações positivas entre a exposição ao agente e o aparecimento do câncer, mas outras explicações sobre o fenômeno não podem ser excluídas.

No caso dos produtos à base de carne e a carne processada é diferente. A categoria 1A é de fato usada quando há provas suficientes de carcinogênese em seres humanos. A avaliação geralmente se baseia em estudos epidemiológicos que demonstram o desenvolvimento de câncer em seres humanos expostos ao agente potencialmente cancerígeno.

Que tipo de carne seria cancerígena para a OMS?

Por carne vermelha, como especificou o IARC, diz-se toda a carne de músculo de mamíferos, incluindo carne bovina, vitelo, porco, cordeiro, carne de carneiro, cabra e cavalo. Por carne processada se entende a carne

transformada através da salga, da charqueada, fermentação, defumação ou outros processos úteis para melhorar o sabor ou armazenamento da carne.

A maioria da carne processada é feita de carnes suína ou bovina, mas também pode conter aves, miudezas ou subprodutos, como sangue. Exemplos de carne processada são salsicha, presunto, carnes enlatadas, carne seca, molhos prontos que levam carne, salame, mortadela, etc.

Ao longo dos anos, vários estudos científicos demonstraram que o elevado consumo de carne vermelha leva ao aumento do risco de aparecimento de doenças como o câncer, principalmente do câncer colorretal.

O grupo de especialistas do IARC fez um trabalho significativo porque antes de divulgarem esses resultados, consideraram mais de 800 estudos que investigaram as associações de mais de uma dúzia de tipos de câncer com o consumo da carne vermelha ou da carne processada em vários países e populações com diferentes dietas. A correlação mais forte entre o consumo de carne e o risco de câncer continua sendo o de câncer colorretal, mas o IARC observa que existem evidências também de ligações do consumo de carne com câncer de pâncreas e de próstata.

"Estes resultados confirmam ainda mais as atuais recomendações de saúde pública para limitar o consumo de carne", comentou Christopher, diretor da IARC. De acordo com as recentes estimativas da Global Burden of Disease Project, na verdade, cerca de 34 mil mortes por câncer em todo o mundo a cada ano seriam atribuídas à dietas ricas em carne processada. A análise dos dados de 10 estudos analisados estimou que para cada porção de 50 g de carne processada por dia, o risco de contrair câncer de cólon e reto aumentaria em cerca de 18%. No Brasil, o consumo de carne é além do exagerado. O brasileiro não apenas consome carne todos os dias como a consome mais de uma vez por dia. Nós sempre aconselhamos a eliminar ou pelo menos reduzir significativamente a carne da nossa mesa. Agora podemos dizer que não há mais desculpas: para a saúde, para o ambiente e para os animais.

Fonte: <https://www.greenme.com.br/alimentar-se/alimentacao/2434-o-consumo-de-carne-provoca-cancer-o-alerta-chocante-vem-da-oms>



**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**

**Disciplina: biologia**  
**Professora: Ana Paula Guimarães**

**ROTEIRO DE DISCUSSÃO: CÂNCER, CONSUMO DE CARNE E OUTROS ASPECTOS**

- 1) Sistematizem em um ou dois parágrafos a ideia central do/s texto/s de divulgação científica.
- 2) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Citem e expliquem.
- 3) Há aspectos controversos no texto do ponto de vista da sua equipe? Discutam.
- 4) Que questões éticas relacionadas com a temática vocês gostariam de destacar? Discutam e se posicionem.
- 5) Vocês consideram bons os argumentos utilizados no/s texto/s sobre as temáticas? Discutam visando, na medida do possível, um consenso da equipe.
- 6) Quais outros fatores mais amplos podem estar associados ao consumo de carnes? Citem e expliquem.
- 7) Por que estes tipos de evidências e pesquisas não são divulgadas nas mídias de massa e acabam não sendo de conhecimento mais amplo da sociedade em geral? Reflitam e expliquem.



## Texto de Divulgação Científica sobre estresse e câncer

### Estresse e Câncer

Equipe Oncoguia, 23/10/2012

Recentemente temos visto um grande número de matérias na imprensa quanto à relação entre estresse e câncer. Este aumento no número de notícias sobre o tema se deve em parte a um artigo extremamente importante publicado na revista Nature, uma das mais conceituadas na área científica.

Embora de fato parte do artigo aborde a relação de estresse emocional e câncer, também aborda outro aspecto da maior relevância na oncologia, e achamos extremamente importante fazer alguns esclarecimentos. Cabe aqui explicar que a palavra estresse não pode ser ligada apenas ao estresse psicológico, havendo também situações de estresse físico.

Dito isto, sempre se ouve falar de casos de pessoas que desenvolvem câncer após eventos traumáticos, suspeitando-se de uma relação causal. Historicamente, inclusive, já houve teorias sobre determinados perfis psicológicos sendo considerados mais propensos ao desenvolvimento do câncer. Temos algumas evidências científicas de que o estresse físico ou psicológico esteja relacionado à maior evolução do câncer e mesmo alguma sugestão de que possa estar ligado a um aumento no número de casos de câncer (incidência). Seguem dois exemplos:

- Estudo comprova que uma população israelense que vivenciou e sobreviveu ao holocausto em campos de concentração apresentou incidência de câncer significativamente maior do que aquela em população israelense de idade semelhante que não tinha sido exposta aos campos de concentração.

- Cobaias com tumores implantados apresentam crescimento tumoral significativamente maior quando submetidas a situações de estresse físico, do que cobaias com tumor não submetidas ao estresse.

A grande questão é como de fato poderia ocorrer quimicamente esta relação entre estresse e câncer. E é justamente nesta área que o artigo mencionado acima lança alguma luz. Os autores descrevem um achado surpreendente: duas células adjacentes no tecido de uma mosca, cada uma com uma mutação que não seria suficiente para transformar a célula em cancerosa, podem se comunicar através de determinados mecanismos químicos (chamados de vias de sinalização), de modo que uma das células acaba estimulando a outra que acaba dando origem a uma população de células cancerosas. Isto é bastante revolucionário, já que até então acreditávamos ser estritamente necessário o acúmulo de várias mutações em uma mesma célula, e não em células adjacentes.

Mais do que isso, o artigo descreve como uma lesão física, em determinado tecido da mosca pode causar um contexto de estresse físico e inflamação local, que podem por sua vez estimular exatamente o mesmo mecanismo químico descrito acima para as duas mutações em duas células (a mesma via de sinalização), levando ao desenvolvimento do câncer pela célula que tem apenas uma mutação (o que não seria suficiente para gerar um câncer).

Quanto às implicações práticas desta relação do estresse com câncer, o conhecimento atual ainda é extremamente preliminar e não se pode afirmar que ao evitar

situações de estresse ocorra de fato a prevenção do câncer. Certamente, diminuir as situações de estresse ou aprender a lidar com elas colabora muito com a nossa qualidade de vida, e deve ser um objetivo a ser seguido independente da questão do câncer. Assim, é muito provável que estresse de fato tenha relação com alguns tipos de câncer, mas nosso conhecimento sobre como se dá esta relação ainda é incipiente.

Rafael Kaliks  
Oncologista Clínico  
Diretor Científico do Instituto Oncoguia

Fonte: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/artigo-estresse-e-cancer/651/8/>



**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**

**Disciplina: biologia**  
**Professora: Ana Paula Guimarães**

### **ROTEIRO DE DISCUSSÃO: ESTRESSE E CÂNCER**

- 1) Sistematizem em um ou dois parágrafos a ideia central do/s texto/s de divulgação científica.
- 2) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Citem e expliquem.
- 3) Há aspectos controversos no texto do ponto de vista da sua equipe? Discutam.
- 4) Que questões éticas relacionadas com a temática vocês gostariam de destacar? Discutam e se posicionem.
- 5) Vocês consideram bons os argumentos utilizados no/s texto/s sobre as temáticas? Discutam visando, na medida do possível, um consenso da equipe.
- 6) Na opinião do grupo, questões de estrato econômico e de gênero tem alguma relação com potencial de estresse físico e emocional das pessoas no Brasil? Discutam.

## Textos de Divulgação Científica sobre HPV e câncer

### Qual a relação do HPV com o câncer?

Entenda o impacto do HPV e sua influência no surgimento do câncer, especialmente o de colo de útero

18/10/2016

*Ana Cláudia Sierra Martins. Mestre em Educação (UNESA), Coordenadora do Grupo de Pesquisa - Desafios encontrados pelo Serviço de Atendimento Especializado (SAE), no acompanhamento das grávidas soropositivas.*

O câncer é uma doença temida por todos por estar relacionada à morte. Mas o conhecimento sobre as suas possíveis causas permite melhores medidas preventivas e de tratamento e, por isso, vamos focar neste texto em como essa realidade pode afetar a saúde das mulheres.

Antes de nos aprofundarmos nessa questão específica, é preciso entender quais as maiores causas dessa doença. São inúmeros os fatores que podem causar o câncer, como a herança genética (representa 5 a 10%), o tabagismo (90% dos casos de câncer no pulmão), etilismo (aumenta em 5% a incidência de câncer de mama) e contato com substâncias potencialmente tóxicas. Os pesticidas e inseticidas, o contato da pele com o alumínio, a exposição excessiva ao sol, alguns cosméticos que possuem o conservante “parabeno” e produtos de limpeza são exemplos de substâncias que podem desencadear o surgimento da doença.

Ou seja, o jeito como vivemos e comemos aumenta a incidência do câncer. Mudar a dieta e praticar exercícios físicos pode ser uma alternativa tanto como prevenção, como parte do tratamento após o diagnóstico. Uma vida mais saudável e disciplinada fortalece o corpo, pois ajuda o sistema imunológico a se fortalecer.

A OMS avaliou que o número de mortes por câncer, em 2030, chegará a 17 milhões por ano. O envelhecimento da população pode ser um dos fatores que irá colaborar para que ele se torne uma doença crônica, como o diabetes ou a hipertensão arterial. E a mulher moderna, exposta ao estresse e à dupla jornada (trabalhar em casa e no emprego), com hábitos sociais do tabagismo e em uso de contraceptivos hormonais (com o não uso de preservativo masculino e ou feminino nas relações sexuais), está exposta a fatores de risco para o câncer do colo do útero (OMS, 2010).

### O que é HPV e qual a sua relação com o câncer?

O câncer do colo do útero é o terceiro mais incidente na população feminina brasileira. Sabe-se que existem 13 tipos de Papilomavírus Humano (HPV) oncogênicos, com um maior risco ou chance de provocar infecções e lesões precursoras do câncer. Está associado à infecção persistente por subtipos oncogênicos do vírus, especialmente o HPV-16 e o HPV-18, responsáveis por cerca de 70% dos cânceres cervicais (OMS, 2010).

O HPV é um vírus capaz de infectar células epiteliais, causando lesões na pele ou mucosas. A infecção é altamente prevalente, sendo detectada em aproximadamente 10 a 20% da população sexualmente ativa, entre 15 e 49 anos de idade.

A infecção por esse vírus é muito frequente, regredindo espontaneamente na maioria das vezes. Nos casos nos quais a infecção persiste é devido ao tipo viral oncogênico, ou seja, que tem potencial para causar o câncer.

A transmissão do vírus se dá por contato direto com a pele ou mucosa infectada. Porém, a via sexual ainda é a principal forma de contágio, que inclui contato oral-genital, genital-genital ou mesmo manual-genital. Assim sendo, o contágio com o vírus pode ocorrer mesmo na ausência de penetração vaginal ou anal. Além disso, pode haver transmissão durante o parto.

### **Prevenção do HPV**

A estratégia de prevenção se dá através da vacinação em meninas na faixa etária entre 9 a 13 anos e o rastreamento pela citologia oncótica, mais conhecida como “Exame de Papanicolaou”, em mulheres na faixa etária entre 25 a 64 anos. Ambas as ações estão disponíveis na rede de serviços de saúde pública. Vale destacar que a faixa etária inferior a 25 anos e superior a 64 anos deve fazer o rastreamento anual. Apenas recentemente, o governo brasileiro também introduziu a vacinação contra o vírus para meninos.

Para que a prevenção e tratamento possam ser eficientes, é importante estar sempre pesquisando essas enfermidades. Para se conhecer um pouco mais sobre o perfil das mulheres supostamente portadoras do HPV e em risco de desenvolverem o câncer, o Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia do ICB da Universidade Federal de Juiz de Fora iniciou a pesquisa “Estudo Sócio-Demográfico de Mulheres com Atipias Celulares Cervicais na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais”. A pesquisa teve início em 2015, em parceria com o Serviço de Ginecologia do Departamento de Saúde da Mulher da Prefeitura de Juiz de Fora, com o objetivo de avaliar características sociodemográficas e aspectos clínicos de pacientes atendidas no serviço de ginecologia da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, com exame citológico preventivo sugestivo da presença de atipias celulares cervicais.

Os resultados dos dados epidemiológicos de mulheres integrantes na pesquisa e que possuíam exames citológicos alterados, foram: maioria afro-descendentes, tabagistas por mais de 10 anos, com vida sexual ativa, que não fazem uso do preservativo masculino ou feminino nas relações sexuais e com histórico de mais de um parceiro sexual ao longo da vida. O uso de contraceptivo hormonal por mais de 10 anos foi frequente, a maioria com a idade superior a 35 anos, com baixa escolaridade (ensino fundamental incompleto), casada ou em união estável.

Sabe-se que o HPV tem uma relação direta com a carcinogênese no colo do útero. E dentro desse contexto, alguns co-fatores principais para a gênese do carcinoma espinocelular da cérvix uterina são: fatores imunológicos, infecção pelo Papilomavírus humano, fatores genéticos (polimorfismo da proteína p53), tabagismo e o uso de contraceptivo oral. Vale ressaltar que a lesão de alto grau e as atipias de células escamosas de significado indeterminado (ASC-H) estavam presentes em 50% das mulheres investigadas.

A maioria das infecções pelo vírus é assintomática e regride espontaneamente. Mas o maior risco está no fato de que tanto o homem quanto a mulher podem estar infectados pelo vírus sem apresentar sintomas. As infecções pelo vírus se apresentam como lesões microscópicas ou não produzem lesões e, por essa razão, fazer o Papanicolaou anualmente é uma boa estratégia. Quando

não vemos lesões, não é possível garantir que o Papilomavírus humano não está presente, mas apenas que não está produzindo doença.

Fonte: <http://www.iespe.com.br/blog/qual-a-relacao-do-hpv-com-o-cancer/>

## HPV, CÂNCER E QUESTÕES DE GÊNERO: UM RECORTE DO CASO DE HENRIETTA LACKS

Passados mais de trinta anos da morte de Henrietta, as pesquisas com as células HeLa finalmente ajudaram a descobrir como seu câncer começou e por que suas células nunca morriam. Em 1984 um virologista alemão chamado Harald Zur Hausen descobriu uma nova cepa de um vírus sexualmente transmissível chamada Vírus do Papiloma Humano 18 (HPV-18). Ele acreditava que o HPV-18 e o HPV-16, que ele descobrira um ano antes, causavam o câncer cervical. As células HeLa em seu laboratório deram positivo no teste da cepa HPV-18, mas Zur Hausen solicitou ao Hospital Johns Hopkins uma amostra da biópsia original de Henrietta para se certificar de que as células dela não haviam sido contaminadas pelo vírus na cultura.

A amostra não apenas deu positivo. Ela provou que Henrietta havia sido infectada com várias cópias do HPV-18, que acabou se revelando uma das cepas mais virulentas do vírus. Existem mais de cem cepas do HPV, treze das quais causam câncer cervical, anal, oral e peniano — atualmente, cerca de 90% de todos os adultos sexualmente ativos são infectados com pelo menos uma cepa durante suas vidas.

Nos anos 1980, usando as células HeLa e outras, cientistas estudaram as infecções do HPV e como ele causa câncer. Constataram que o HPV insere seu DNA no DNA da célula hospedeira, onde produz proteínas que levam ao câncer. Descobriram também que, quando eles bloqueavam o DNA do HPV, as células com câncer cervical deixavam de ser cancerosas. Essas descobertas ajudariam a criar a vacina anti-HPV e valeram a Zur Hausen um prêmio Nobel.

As pesquisas do HPV acabaram revelando como o câncer de Henrietta começou: o HPV inseriu seu DNA no longo braço de seu 11º cromossomo e essencialmente neutralizou seu gene supressor do tumor p53. O que os cientistas ainda não descobriram é por que isso produziu células tão monstruosamente virulentas dentro e fora do corpo de Henrietta, especialmente dado que as células com câncer cervical são das mais difíceis de manter em cultura.

O tumor de Henrietta era do tipo invasivo, e, como todos os hospitais do país, Johns Hopkins tratava todos os carcinomas cervicais invasivos com rádio, um metal radioativo branco que brilha com uma cor azul fantasmagórica. Quando o rádio foi descoberto no final do século XIX, as manchetes em todo o país o anunciaram como “um substituto para o gás, eletricidade, e uma cura positiva para todas as doenças”. Os relojoeiros o adicionavam à tinta para que os ponteiros dos relógios brilhassem e os médicos o ministravam em forma de pó para tratar de tudo, desde enjoo do mar a infecções do ouvido. Mas o rádio destrói quaisquer células que encontra, e os pacientes que o tomaram para problemas triviais começaram a morrer. O rádio causa mutações que podem se transformar em câncer, e em doses altas pode queimar a pele de uma pessoa, fazendo com que se desprenda do corpo. Mas também mata células cancerosas.

Deborah, filha de Henrietta, usava a internet na busca de compreender o caso de sua mãe. Preparava listas de dúvidas e imprimia artigos sobre pesquisas realizadas *sem o consentimento ou conhecimento* das pessoas - do teste de uma vacina em Uganda até o teste de remédios em soldados americanos. Começou a organizar as informações em pastas cuidadosamente etiquetadas: uma sobre células, outra sobre câncer, outra repleta de definições de termos legais como *prescrição e confidencialidade do paciente*. Certa vez enfureceu-se com um artigo

intitulado “O que resta de Henrietta Lacks?”, que dizia que Henrietta provavelmente contraiu o vírus do papiloma humano porque “dormia com qualquer um”. “Essa gente não entende nada de ciência”, disse Deborah. “Só porque a minha mãe teve o HPV não quer dizer que ela era promíscua. A maioria das pessoas contrai esse vírus — li sobre isso na internet.”

Embora a mídia tivesse feito esse tipo de referência à causa do câncer de Henrietta, o caso dela, assim como de muitas mulheres no mundo, na realidade, está associado aos casos extraconjugais de seu marido, Davis Lacks. Henrietta declarou a uma prima: - Dói que é uma tristeza — quando aquele homem quer transar comigo, Meu Deus, que dor.

Quando as relações sexuais começaram a doer, Henrietta pensou que fosse por causa do bebê Deborah, a quem acabara de dar à luz semanas antes, ou do sangue ruim que David às vezes trazia para casa após noitadas com outras mulheres — do tipo que os médicos tratavam com injeções de penicilina e metais pesados.

### **Referência**

SKLOOT, R. **A vida imortal de Henrietta Lacks**. Trad. Ivo Korytowksi. São Paulo: Companhia de Letras, 2011.





**Instituto Federal da Bahia – Camaçari**

**Disciplina: biologia**

**Professora: Ana Paula Guimarães**

### **ROTEIRO DE DISCUSSÃO: HPV, CÂNCER E QUESTÕES DE GÊNERO**

- 1) Sistematizem em um ou dois parágrafos a ideia central do/s texto/s de divulgação científica.
- 2) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Citem e expliquem.
- 3) Há aspectos controversos no texto do ponto de vista da sua equipe? Discutam.
- 4) Que questões éticas relacionadas com a temática vocês gostariam de destacar? Discutam e se posicionem.
- 5) Vocês consideram bons os argumentos utilizados no/s texto/s sobre as temáticas? Discutam visando, na medida do possível, um consenso da equipe.
- 6) No caso, a professora Paula explicou que Henrietta foi diagnosticada com carcinoma epidermoide do colo do útero. Qual(is) a(s) possível(eis) causa(s) desse tipo de câncer? O câncer do colo do útero tem alguma relação com questões de gênero? Discutam e posicionem-se.
- 7) Sobre a vacinação contra o HPV oferecida pelo SUS, o que sua equipe pensa sobre o oferecimento inicial somente para meninas?
- 8) O processo de vacinação é uma decisão com implicações individuais ou sociais? Discutam.

**APÊNDICE J – SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A presente Sequência Didática, baseada em uma Questão Sociocientífica, está estruturada em consonância com a organização proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), da qual utilizamos três elementos articulados, a saber: 1) o caso da Questão Sociocientífica, em nossa proposta, baseado em uma história real, em que são articulados diálogos e personagens que se aproximam dos contextos socioculturais dxs estudantes; 2) questões orientadoras para mobilizar determinados aspectos dos problemas sociocientíficos presentes no caso e para além deste, e 3) objetivos de aprendizagem, definidos a partir de uma visão tridimensional (Conceitual, Procedimental e Atitudinal) de conteúdos (CONRADO, NUNES-NETO, 2018). Ao final, acrescentamos um resumo desta sequência didática contendo as ações didáticas e as expectativas de ensino por aula/encontro.

### 1) O caso da Questão Sociocientífica

Câncer, racismo, sexismo e opressão de classe: o caso das células HeLa

– O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico, disse o ginecologista Jones, médico que atendeu Henrietta Lacks no hospital, único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para “gente de cor”. Essa foi a primeira frase que Rebecca ouviu sobre o caso de Henrietta, num debate realizado no grupo feminista do qual faz parte. Curiosa e refletindo sobre a história, faz uma rápida busca na internet e, para sua surpresa, localiza algumas informações intrigantes. Rebecca procura sua professora de biologia e faz alguns questionamentos.

– Henrietta foi uma mulher negra e pobre nascida em Virgínia, Estados Unidos, na década de 1920, descendente de pessoas que foram escravizadas, explica a professora.

– Sim, professora. Eu li que, quando ela tinha 30 anos, ela percebeu um caroço no colo do útero...

– Exatamente e ela foi diagnosticada com “Carcinoma epidermoide do colo do útero, Estágio I”, e foi submetida aos procedimentos de tratamento padrão. Como era comum na época, seu ginecologista coletou amostras, antes mesmo de iniciar o tratamento, e sem que ela soubesse, mandou-as para Dr. Gey, que analisava amostras de qualquer mulher com câncer cervical, a fim de usá-las para pesquisas sobre o câncer.

Rebecca interrompe e questiona: – Sem o consentimento? E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?

– Então, os cientistas vinham tentando manter células humanas vivas em culturas havia décadas, mas elas sempre morriam. Já as células de Henrietta, sem compreensão muito clara da ciência, foram as primeiras células humanas a se reproduzirem de modo indefinido em laboratório, por isso são consideradas imortais. Elas são conhecidas como células HeLa, já que Dr. Gey codificava as células usando as duas primeiras letras do primeiro e último nome da paciente, fala a professora Paula, que se despede informando que precisa ir para sala de aula, sugerindo a leitura do livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”.

Durante a leitura, alguns trechos chamaram a atenção de Rebecca. Os avanços científicos permitidos pela utilização das células HeLa, como clonagem e a vacina da poliomielite, em detrimento da situação social dos familiares de Henrietta, como relatou sua filha Deborah: – Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico? A falta de compreensão do caso pela família: – “Ninguém aqui nunca entendeu como é que ela pode estar morta e aquele negócio ainda estar vivo.”, conforme comentário de Cootie, primo de Henrietta. Além disso, um diálogo entre seu filho, Zakaruyya, e Dr. Christoph chamou atenção de Rebecca: – Se essas são as células da nossa mãe, como é possível não serem pretas se ela era preta?, questionou. – Debaixo do microscópio, as células não têm cor, respondeu Christoph, cientista que levou dois filhos de Henrietta para visualizarem suas células pela primeira vez.

Levando-se em consideração os aspectos apresentados no caso de Henrietta e os avanços nos direitos humanos, vocês consideram que a subjugação e a violência sofridas por mulheres e jovens negrxs e pobres ainda persistem? Quais medidas seu grupo propõe para agir diante de situações desse tipo?

## 2) Questões orientadoras

Propomos questões sobre o caso para serem discutidas em sala de aula durante a sequência didática, as quais podem direcionar uma análise dialogada e profunda do caso. Para facilitar o reconhecimento da articulação entre essas questões e os objetivos de aprendizagem elencados, inserimos os objetivos correspondentes nos parênteses ao lado. Tais objetivos são descritos na próxima seção.

- 1) O hospital que atendeu Henrietta era o “único num raio de muitos quilômetros que tratava pacientes negros, ainda que os separasse em enfermarias para ‘gente de cor’”. O que você pensa a respeito dessa separação? **(P1, A1 e A2)**
- 2) Sobre a fala “O Hospital Hopkins, com sua grande população negra indigente, não tinha escassez de material clínico”. Quais as possíveis relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso? **(P3, P9, A1 e A2)**
- 3) Situe historicamente esse tipo de segregação e, com base em dados estatísticos sobre o subjugação de mulheres, pessoas negras e pobres no contexto atual de nosso país, discuta sobre as formas de separação racial que ocorrem no contexto brasileiro atual. **(P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
- 4) Busque, exemplifique e discuta a importância histórica dos movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe. Existem movimentos análogos relacionados com outras opressões? **(P3, P4, A1 e A2)**
- 5) Elabore e promova alguma ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterizações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico. **(P3, A1 e A3)**

- 6) Qual(is) a(s) possível(is) causa(s) de cânceres? **(C1, C2, P3 e A1)**
- 7) Existe relação entre o ciclo mitótico e o câncer? Explique. **(C1, C2, P3 e A1)**
- 8) Quais as funções da mitose para a manutenção da vida? **(C1, C2, P3 e A1)**
- 9) A professora Paula explicou que Henrietta foi diagnosticada com carcinoma epidermoide do colo do útero. Qual(is) a(s) possível(eis) causa(s) desse tipo de câncer? Discuta a questão de gênero relacionada com esse tipo de câncer. **(C1, C2, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**
- 10) Existem fatores sociais e ambientais associados ao câncer? Explique. **(C1, C2, P3, P5 e A1)**
- 11) Qual(is) a(s) possível(is) forma(s) de tratamento para os cânceres? **(C3, P3 e A1)**
- 12) Por que as células HeLa permitem o estudo de produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana? Discuta. **(C3, P3 e A1)**
- 13) Sobre a dúvida de Rebecca “E eu li que ela é imortal... Como assim? É possível um ser humano imortal?”, você considera que Henrietta Lacks ainda está viva? Discuta. **(C3, P3, P7 e A1)**
- 14) Existe relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética? Se sim, qual(is) seria(m)? Se não, por que você pensa assim? Compartilhe com a turma. **(P2, P6, A1 e A2)**
- 15) Em 1950, nos Estados Unidos, nenhuma lei ou código de ética exigia que os médicos pedissem permissão para retirar tecidos de pacientes vivos. Discuta com a turma sobre a situação legal atual do Brasil. Há esse tipo de prática

- ilegal ocorrendo? Quais as pessoas mais vulneráveis a crimes dessa natureza? **(P3, P6, A1 e A2)**
- 16) Pondo à prova algumas variações possíveis de julgamento ético e moral – perspectivas deontológica, consequencialista (egoísta e altruísta) e ética das virtudes- discuta no seu grupo como cada tipo de juízo moral pode estar associado ao caso em análise. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 17) Qual(is) alternativa(s) mais justa(s) seria(am) possível(is) para o caso na época? Justifique acionando filosofia(s) moral(is). E hoje? Qual tipo de juízo moral você considera mais justo no uso de tecidos humanos e de outros animais para pesquisas? Discuta em grupo e compartilhe com a turma. **(C4, P3, P5, P6, P7, A1 e A2)**
- 18) Descreva e discuta brevemente as normas legais para o uso de tecidos humanos e não humanos em pesquisas em contextos diferentes no mundo, atualmente, relacionando com as teorias morais. **(C4, P3, P5, A1 e A2)**
- 19) No caso abordado, que estratégias sua equipe adotaria para lidar com as questões do caso se fosse: 1) a equipe médica, 2) a família e 3) um cidadão informado sobre o caso. **(P3, P7, A1 e A2)**
- 20) Debata e defenda pontos de vista sobre o dilema do uso de tecidos humanos em pesquisas com e sem consentimento. **(P3, P5, P6, P8, A1 e A2)**
- 21) O diálogo entre o filho de Henrietta e o cientista pode gerar uma série de reflexões sobre os conceitos de raça e a relação entre cor e racismo. Para sua equipe, o que significa o atributo da cor preta para o filho de Henrietta? O que pode explicar sua surpresa ao observar as células HeLa ao microscópio? A resposta do cientista indica que na medicina atual não há práticas racistas? **(C5, P3, P7, P9, A1 e A2)**

22) Discuta sobre o seguinte questionamento de Deborah, filha de Henrietta “Se as células da nossa mãe fizeram tanto pela medicina, como é que a família dela nem tem dinheiro pra pagar um médico?”. **(C5, P3, P5, P7, P9, A1 e A2)**

23) Discuta as inter-relações entre as alterizações de raça, gênero e opressão de classe. **(C5, P3, P5, A1 e A2)**

### **3) Objetivos de aprendizagem**

Organizamos abaixo alguns objetivos de aprendizagem para a educação científica de acordo com os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998; CONRADO, NUNES-NETO, 2015, 2018).

#### **Conceituais (C):**

**C1** - Compreender o processo de mitose e sua relação com o câncer;

**C2** - Entender sobre o tipo de câncer carcinoma epidermoide de colo do útero;

**C3** - Relacionar a produção de vacinas, tratamentos de câncer, clonagem, estudos sobre infecções sexualmente transmissíveis e longevidade humana com os estudos provenientes das células HeLa;

**C4** - Compreender três teorias morais – consequencialismo, deontologia e ética das virtudes;

**C5** - Compreender a relação de interseção entre alterizações ligadas ao racismo, sexismo e opressão de classe.

#### **Procedimentais (P):**

**P1**- Expor concepções e conhecimentos prévios sobre questões éticas ligadas ao caso de HenriettaLacks;

**P2** - Expor concepções e conhecimentos prévios sobre a relação entre ciência (e progresso da ciência) e ética;

**P3** - Realizar levantamento bibliográfico e consultas a Textos de Divulgação Científica sobre as temáticas;



**P4** - Classificar/exemplificar movimentos sociais que articulam debates sobre as problemáticas do racismo, sexismo e opressão de classe;

**P5** - Discutir sobre as questões sociais e ambientais associadas ao caso;

**P6** - Compartilhar sistematicamente as discussões construídas com base nos recortes da QSC debatida;

**P7** - Discutir questões éticas envolvidas no caso de Henrietta Lacks a partir de elementos de sua história e das células HeLa;

**P8** - Debater e defender pontos de vista sobre dilemas do uso de tecidos humanos em pesquisas;

**P9** - Sintetizar ideias centrais a partir da leitura de pequenos textos sobre aspectos ligados a alterações de raça, gênero e opressão de classe a partir do caso de Henrietta Lacks.

#### **Atitudinais (A):**

**A1** - Trabalhar em equipe e tolerar diferentes pontos de vista;

**A2** - Identificar, avaliar e discutir questões éticas nos discursos, legislação e ações relacionadas às alterações negativas com enfoque em raça, gênero e opressão de classe envolvidas no caso em análise e para além deste;

**A3** - Promover ação sociopolítica que mobilize as discussões sobre alterações de raça, gênero e opressão de classe e a questão do progresso científico.

#### 4) Quadro com resumo da sequência de atividades

Encontro (100 minutos)	Ações didáticas	Questões orientadoras	Expectativas de ensino
1	<p>- Apresentação e explicação sobre o caso de Henrietta Lacks, situando a história sistematizada no livro “A vida imortal de Henrietta Lacks”, por meio da leitura colaborativa do caso da QSC.</p> <p>- Discussão sobre as duas primeiras questões orientadoras, visando exposição de conhecimentos prévios.</p> <p>- Aula expositiva sobre Movimentos Sociais e Ações Sociopolíticas, bem como explicação sobre a elaboração de proposta(s) de ação(ões) sociopolítica(s) como parte da avaliação na unidade.</p> <p>- Exposição e breve discussão sobre dois vídeos: 1) Trecho do documentário sobre Rosa Parks (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=wACF9A4yYjc">https://www.youtube.com/watch?v=wACF9A4yYjc</a>) e 2) Vídeo sobre a Lei Maria da Penha como marco no combate à violência contra a mulher (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=REdoVpT4N5A">https://www.youtube.com/watch?v=REdoVpT4N5A</a>).</p> <p>- Retomada do caso de Henrietta Lacks por meio de um vídeo sobre imortalidade que articula a história dela (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=hNt-SmmjdRg&amp;t=11s">https://www.youtube.com/watch?v=hNt-SmmjdRg&amp;t=11s</a>).</p> <p>- Aula expositiva dialogada sobre mitose e câncer.</p>	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7 e Q8.	<p>- Possibilitar que xs estudantes articulem os conhecimentos científicos sobre mitose e câncer com conhecimentos, valores e práticas sociais mais amplas, numa abordagem CTSA;</p> <p>- Orientar a análise pelxs estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral.</p> <p>- Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</p> <p>- Promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas.</p>
2	<p>- Orientação detalhada sobre a formação de cinco grupo para a atividade de leitura, análise e discussão de Textos de Divulgação Científica para responder às questões orientadoras (Apêndice I).</p> <p>- Estudantes, em grupos, realizam leitura e discussão dos TDC e organizam suas respostas às questões orientadoras.</p>	Q6, Q9 e Q10.	<p>-Promover a discussão de conteúdos de maneira crítica e interligada com questões sociais amplas;</p> <p>- Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</p> <p>-Promover ampliação de conhecimentos, por meio da</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussão com toda a turma de cada TDC conduzida pelos grupos de estudantes e mediada pela professora.</li> <li>- Orientação sobre a sistematização das respostas às questões orientadoras para entrega do material escrito na aula seguinte.</li> </ul>		<p>discussão coletiva sobre variadas questões dos domínios CTSA presentes em diferentes TDC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Promover atividades em grupo em que xs estudantes possam trabalhar visando um objetivo comum ao grupo, chegando a um acordo conjunto;</li> <li>-Promover atividades em grupo em que xs estudantes mobilizem conteúdos atitudinais, como respeito e tolerância.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada sobre câncer, versando sobre causas, fatores sociais e ambientais associados e tratamentos para o câncer.</li> <li>- Aula expositiva dialogada sobre ética, versando sobre as diferenças entre ética e moral, teorias morais, ética ambiental, alterização e especismo.</li> </ul>	Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimular o pensamento sobre diferentes valores morais acerca de questões que envolvem CTSA;</li> <li>- Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</li> <li>- Promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debate ampliado sobre interconexões entre ciência e ética, progresso científico, medicina, doenças, sociedade e ética.</li> <li>- Apresentações das ações sociopolíticas.</li> </ul>	Q5, Q12, Q13, Q19, Q20, Q21, Q22 e Q23.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições.</li> <li>- Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</li> <li>- Promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas.</li> </ul>

**APÊNDICE K – MAPAS DE ATIVIDADES**

## Mapa de Atividades – Aula/Encontro 1

Duração da atividade/ tempo no vídeo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dxs participantes	Comentários
Duração: 06min12  Tempo no vídeo: 00min00 – 06min12	Explicação detalhada sobre objetivos e tempo da SD e o uso das câmeras como parte de registro de dados para uma pesquisa de doutorado.		A professora explica sobre todas as atividades que compõem a SD – incluindo avaliações - e xs estudantes realizam uma escuta atenta.	Algumas/alguns estudantes chegam cerca de 3 minutos depois da parte da explicação. Ninguém demonstra ter dúvida.
Duração: 5min19  Tempo no vídeo: 06min12 – 11min31	Explicação sobre o caso de Henrietta Lacks, situando a história sistematizada no livro, por meio da leitura colaborativa do caso da QSC.	O caso de Henrietta Lacks.	A pesquisadora distribui cópia do caso da QSC para xs estudantes para a leitura e, em seguida, a professora realiza a leitura compartilhada. A professora explica que a QSC será utilizada durante toda a SD e que envolverá uma ASP. A professora explicita quatro questões orientadoras, duas debatidas neste encontro e as demais comporão discussões posteriores.	Estudantes acompanham a leitura com atenção. Um estudante chega na sala de aula ao final da leitura do caso da QSC. Estudantes caladxs.
Duração: 5min41  Tempo no vídeo: 11min31 – 17min12	Discussão sobre duas primeiras questões orientadoras, visando exposição de conhecimentos prévios.	Segregação racial e social; Relações entre o contexto social da vida das pacientes e o uso não consentido de seus tecidos na época do caso.  Ep. 1 – “De um lado negros, de outro brancos”  Ep. 2 - “Tanto pra negro quanto pra branco essa lei?”	Professora lê as perguntas e depois explica as questões, pedindo que xs estudantes relacionem com o cotidiano. Estudantes comentam sobre as questões, relacionando com aspectos mais amplos.	Debate é iniciado com os questionamentos. Estes episódios respondem à expectativa de ensino c do princípio 1) Uso didático de uma QSC com caso real.

<p>Duração: 30min41</p> <p>Tempo no vídeo: 17min12 - 47min53</p>	<p>Aula expositiva sobre Movimentos Sociais e Ações Sociopolíticas.</p> <p>Exposição e breve discussão sobre dois vídeos: Caso Rosa Parks e leis segregacionista e Caso Maria da Penha e Lei para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher.</p>	<p>Conceito e exemplos de Movimentos Sociais e ASP; Explicação sobre a ASP que as/os estudantes deverão propor.</p> <p>Diferença entre raça biológica e raça social e importância do conceito social de raça.</p> <p>Ep. 3. - "Isso pode ser uma ação sociopolítica"</p> <p>Ep. 4 - "É perigoso você dizer que socialmente não existe raça"</p>	<p>Exposição pela professora sobre ASP que ocorreram no campus do IFBA. Professora articula com a proposta de ASP durante a SD e pergunta se há alguma dúvida.</p>	<p>Aluna pergunta se essas aulas são apenas nessa turma. Estudantes caladxs, poucxs comentam e as ações didáticas da professora não favorecem o diálogo.</p> <p>No tempo do vídeo 29min20 é dado início à discussão sobre a relevância de manter a ideia de raça enquanto fenômeno social. O episódio de ensino 3 foi selecionado como resposta à expectativa de ensino <i>b</i> do princípio de design 3)Ensino baseada na perspectiva crítica e dialógica de Paulo Freire.</p> <p>O episódio 4 responde à expectativa de ensino <i>c</i> do princípio 1)Uso didático de uma QSC com caso real.</p>
<p>Duração: 56min55</p> <p>Tempo no vídeo: 47min53 - 1h44min48</p>	<p>Retomada do caso de Henrietta Lacks por meio de um vídeo. Aula expositiva dialogada sobre mitose e câncer.</p>	<p>Imortalidade; Cromossomo; Telômero; Ciclo celular; Mitose e fases da mitose; Câncer; Multifatorialidade do câncer; Determinismo genético; doenças e gênero.</p>	<p>Estudantes espontaneamente questionam e interagem.</p>	<p>Estudantes são bem mais participativos, de modo que perguntam muito sobre cromossomos e reprodução. Muito tempo em discussão sobre parte genética. Discussão acerca de determinismo genético e gênero. Pouco tempo em mitose. Estudantes batem palmas ao final da aula.</p>

## Mapa de Atividades – Aula/Encontro 2

Duração da atividade/ tempo no vídeo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dxs participantes	Comentários
Duração: 07min51  Tempo no vídeo: 00min00 – 07min51	Explicação detalhada sobre a atividade do dia: leitura e análise em grupo de TDC e debate posterior a partir de questões orientadoras. Explicação sobre a entrega das respostas das questões sistematizadas na semana seguinte.		A professora explica e estudantes estão atentos. Estudantes se organizam em cinco grupos e pesquisadora entrega TDC e questões orientadoras, bem como explica sobre o uso do gravador para a pesquisa e tira dúvidas.	
Duração: 32min54  Tempo no vídeo: 07min51 – 40min45	Estudantes, em grupos, realizam leitura e discussão dos TDC e organizam suas respostas às questões orientadoras para discussão.	Agrotóxicos e câncer; Câncer e obesidade; Consumo de carne e câncer; Estresse e Câncer; HPV e câncer.	Estudantes, em grupos, realizam leitura e discussão do TDC e organizam suas respostas às questões. Professora e pesquisadora orientam grupos e tiram dúvidas, quando necessário.	Há um grupo com apenas duas alunas. Algumas/alguns estudantes chegam atrasados por conta da Olimpíada de Matemática. Estudantes se integram nos grupos, com autorização da professora. Estudantes discutem bastante, demonstrando implicação com as temáticas que estão trabalhando. Em alguns momentos o barulho dos debates de algumas equipes incomoda outras.

<p>Duração: 1h3min45</p> <p>Tempo no vídeo: 40min46 – 1h44min31</p>	<p>Discussão com toda a turma de cada TDC conduzida pelos grupos de estudantes e mediada pela professora.</p>	<p>Agrotóxicos e câncer; Câncer e obesidade; Consumo de carne e câncer; Estresse e Câncer; HPV e câncer.</p> <p>Ep. 5 - “Com esse HPV ela acabou desenvolvendo o câncer”</p> <p>Ep. 6 - “O nível de pessoas que tem câncer nesses lugares é muito alto”</p> <p>Ep. 7 - “A gente pode relacionar a questão do estresse emocional com a opressão gerada pelo sistema que a gente vive”</p>	<p>Professora retoma e pede que estudantes apresentem resumidamente o texto e discutam as perguntas com toda a turma. Estudantes de cada grupo explicam resumidamente seus TDC e conduzem debate. Estudantes de outros grupos são atentos e também debatem, bem como a professora e a pesquisadora. Professora guia debate.</p>	<p>Estudantes realizam associações dos TDC com discussões realizadas em outras disciplinas, como inglês e geografia. Estudantes que debateram sobre obesidade e câncer não comentaram sobre padrão de beleza e professora questiona a respeito disto. Estudantes demonstram implicação nas discussões e respeitam tempo de fala. Algumas pessoas levantaram as mãos solicitando fala, mas não foram vistas por nós. Os episódio 5 e 6 respondem à expectativa de ensino <i>a</i> e o episódio 7 atende à expectativa <i>b</i> do princípio de design 1) Uso didático de uma QSC com caso real.</p>
---	---	--	---	--



<p>Duração: 28s</p> <p>Tempo no vídeo: 1h44min31 – 1h44min59</p>	<p>Orientação sobre a sistematização das respostas às questões orientadoras para entrega do material escrito na aula seguinte.</p>		<p>Pesquisadora salienta que na aula seguinte a professora realizará uma sistematização sobre fatores ambientais relacionados ao câncer e debates sobre ética, em que será abordada também ética animal, tema suscitado no debate deste encontro.</p>	<p>Estudantes parecem entusiasmados com as atividades.</p>
--	--	--	---	--

### Mapa de Atividades – Aula/Encontro 3

Duração da atividade/ tempo no vídeo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dxs participantes	Comentários
<p>Duração: 01min50</p> <p>Tempo no vídeo: 00min00 – 01min50</p>	<p>Introdução a aula: retomada do tema desta aula, discussões posteriores e possibilidade de paralisação.</p>		<p>Retomada do tema desta aula e fala sobre aula seguinte.</p> <p>Discussão sobre a possibilidade de paralisação na próxima aula.</p> <p>Professora relembra que a aula seguinte – última da SD – envolverá a apresentação da proposição da ASP e pergunta se estudantes têm dúvidas.</p> <p>Estudantes sem dúvida.</p>	<p>Estudantes atentxs.</p>
<p>Duração: 55min32</p> <p>Tempo no vídeo: 01min50 – 57min22</p>	<p>Aula expositiva dialogada sobre câncer.</p>	<p>Causas do câncer; Fatores sociais e ambientais associados ao câncer; Tratamentos para o câncer.</p> <p>Ep. 8 – “Eles podem priorizar a questão do tratamento em oposição a cura que seria melhor para as pessoas, mas é pior pra empresa”</p>	<p>Professora expõe temáticas, faz questionamentos e estudantes interagem, propondo, em muitos momentos, outras questões.</p>	<p>Estudantes atentxs e participativxs.</p> <p>Muitos questionamentos e algumas associações com discussões realizadas por outras disciplinas.</p> <p>Estudante comenta sobre dieta cetogênica para combater o câncer e professora alega não ter conhecimento.</p> <p>Estudantes aguardam a fala de outros com a mão levantada.</p> <p>Professora tem preocupação e sensibilidade com estudante que teve caso de câncer na família.</p> <p>O episódio 8 atende à expectativa a do princípio de design 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire.</p>

<p>Duração: 36min3</p> <p>Tempo no vídeo: 57min22 – 1h33min25</p>	<p>Aula expositiva dialogada sobre ética</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ética;</li> <li>- Diferenças entre ética e moral;</li> <li>- Teorias morais;</li> <li>- Ética ambiental;</li> <li>- Alterização;</li> <li>- Especismo.</li> </ul> <p>Ep. 9 - “Essas teorias falam sobre como que a gente pode agir moralmente”.</p> <p>Ep. 10 - “Alterização que a gente chama de negativa”</p>	<p>Professora faz questionamentos e expõe casos e estudantes interagem na busca de responder, de modo que, em alguns casos, são feitos novos questionamentos.</p>	<p>Professora retoma discussões realizadas na aula 1, em que uma aluna compara ações éticas sobre animais não-humanos em relação aos humanos. O episódio 9 atende à ao princípio de design 2) Ensino explícito de ética. O episódio 10 responde à expectativa c do princípio de design 1) Uso didático de uma QSC com caso real.</p>
<p>Duração: 1min20</p> <p>Tempo no vídeo: 1:33:25 – 1:34:45</p>	<p>Orientação sobre o que será realizado na aula seguinte.</p>		<p>Professora explica sobre a atividade de discussão e as apresentações das proposições de ASP pelxs estudantes na aula seguinte.</p>	

### Mapa de Atividades – Aula/Encontro 4

Duração da atividade/ tempo no vídeo	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dxs participantes	Comentários
Duração: 34min02  Tempo no vídeo: 00min00 – 34min02	Debate ampliado sobre interconexões entre ciência e ética.	Ciência e ética; Progresso científico; Medicina, doenças, sociedade e ética.  Ep. 11 - “Tem muitas questões escondidas por trás disso”  Ep. 12 - “O meio científico tende a se achar superior”  Ep. 13 - “Seria ético da empresa admitir esse funcionário sabendo que ele pode contrair câncer?”	Professora realiza questionamentos e xs estudantes respondem e discutem em torno das questões.	Estudantes cansadxs e agitadxs, pois saíram de duas provas, de modo que pedem um tempo antes de começar a aula. A aula iniciou 21 minutos após o tempo habitual. Estudantes chegam atrasadxs. Alguns estudantes buscam ficar mais próximos da professora. Estudantes muito atentxs e participativxs, de modo que disputam falas, ao levantar a mão. Os episódios 11 e 12 respondem à expectativa <i>b</i> do princípio de design 1) Uso didático de uma QSC com caso real. O episódio 13 atende à expectativa <i>a</i> do princípio de design 3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire.
Duração: 43min29  Tempo no vídeo: 34min02 – 1h17min31	Apresentações das ASP.	Temas das proposições de ASP: Grupo 1 – Barca anti-poluição Grupo 2 – HPV Grupo 3 – Pessoas em situação de rua Grupo 4 – ética médica Grupo 5 – Representatividade feminina na ciência	Estudantes apresentam suas propostas de ASP ou ações em desenvolvimento e professora comenta, indicando potencialidades e pontos a melhorar nas propostas.	
Duração: 1min49  Tempo no vídeo: 1h17min31 – 1h19min20	Finalização da aula e agradecimentos.		Professora realiza um convite para participar do grupo focal com a pesquisadora.	

**APÊNDICE L – QUADRO COMPLETO DE EXPECTATIVAS DE ENSINO**

DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE ANÁLISE		
Síntese do princípio (característica)	Expectativas de Ensino	Fontes de informações
1) Uso didático de uma QSC com caso real	<p>a) Possibilitar que xs estudantes articulem os conhecimentos científicos sobre mitose e câncer e práticas científicas com conhecimentos, valores e práticas sociais mais amplas, numa abordagem CTSA;</p> <p>b) Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico;</p> <p>c) Orientar a análise pelxs estudantes de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral.</p>	<p>- Grupo focal</p> <p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p> <p>- Caderno de campo</p>
2) Ensino explícito de ética	a) Promover a tomada de posição ético-moral frente ao caso da QSC e a questões mais amplas em que sejam acionadas correntes teóricas em filosofia moral para embasar as posições.	<p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p> <p>- Atividades escritas</p>
3) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire	<p>a) Estimular o diálogo verdadeiro, em termos freireanos, sobre questões éticas e conhecimentos científicos ligados a temas socialmente relevantes;</p> <p>b) Promover as capacidades de proposição de ações sociopolíticas.</p>	<p>- Grupo focal</p> <p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p>
Trabalho cooperativo	<p>-Promover atividades em grupo em que xs estudantes possam trabalhar visando um objetivo comum ao grupo, chegando a um acordo conjunto;</p> <p>-Promover atividades em grupo em que xs estudantes mobilizem conteúdos atitudinais, como respeito e tolerância.</p>	<p>- Grupo focal</p> <p>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</p> <p>- Atividades dialógicas em grupos</p> <p>- Caderno de campo</p>

Uso de Textos de Divulgação	<p>-Promover a discussão de conteúdos de maneira crítica e interligada com questões sociais amplas;</p> <p>-Promover ampliação de conhecimentos, por meio da discussão coletiva sobre variadas questões dos domínios CTSA presentes em diferentes TDC.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Grupo focal</li><li>- Registro audiovisual das atividades de sala de aula</li><li>- Atividades dialógicas em grupos</li><li>- Atividades escritas</li><li>- Caderno de campo</li></ul>
-----------------------------	--	--

**APÊNDICE M – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS  
ANALÍTICAS**





INSTITUTO FEDERAL  
BAHIA  
Campus Camaçari

Instituto Federal da Bahia – Camaçari  
Universidade Federal da Bahia  
Universidade Estadual de Feira de Santana



**Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências**

**Projeto:** Princípios de design para o ensino de biologia celular: pensamento crítico e ação sociopolítica inspirados no caso de Henrietta Lacks

**Doutoranda:** Ayane de Souza Paiva

### **INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS**

Prezada/o pesquisador/a e docente, estamos te convidando para realizar uma avaliação de duas ferramentas analíticas vinculadas a uma pesquisa de doutorado cujo objetivo principal é investigar, por meio de um trabalho colaborativo situado em sala de aula, princípios de design de uma Sequência Didática (SD) sobre mitose e câncer, inspirada na história de Henrietta Lacks, concebida com o propósito de promover as capacidades de pensamento crítico e de ação sociopolítica por estudantes do Ensino Médio. Para realizar parte da análise dos resultados empíricos desta pesquisa, ou seja, das informações sobre o ensino obtidas por meio da aplicação da SD, elaboramos duas ferramentas analíticas que visam validar dois princípios de design, os quais são apresentados abaixo:

(1) Uso didático de uma Questão Sociocientífica (QSC) baseada num caso real, para a abordagem e discussão crítica dos conteúdos de modo amplo, os quais incluem os conceitos éticos pertinentes e análise de situações concretas que envolvem processos de alterização conducentes à exclusão da consideração moral, focalizando os que conduzem a racismo, sexismo e opressão de classe na história de ciência; visando promover pensamento crítico sobre aspectos epistemológicos, históricos, axiológicos da biologia, e as implicações da mesma na sociedade. A QSC, que envolve conceitos de biologia celular, dilemas éticos, processos negativos de alterização, progresso axiológico da ciência, questões tecnológicas e ambientais, será analisada em grupos, durante toda a SD. Consideramos como principal razão desse princípio a perspectiva de que o ensino via QSC é uma importante ferramenta para capacitar as/os estudantes a considerar como as questões de base científica e as decisões que lhes dizem respeito refletem, em parte, os princípios morais e qualidades de virtude que englobam suas próprias vidas, bem como o mundo social (ZEIDLER *et al.*, 2005).

(2) Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire, com vistas ao desenvolvimento de habilidades críticas e dialógicas, bem como engajamento sociopolítico pelas/os estudantes. Propomos atividades didáticas que estimulem a participação ativa das/os estudantes em todos os momentos das aulas, a partir de três aspectos metodológicos freireanos: discussão de temas socialmente relevantes por meio de questões

sociocientíficas, estabelecimento de um processo dialógico na sala de aula e engajamento das/os estudantes em ações sociopolíticas. Associar e aplicar a pedagogia crítica e dialógica proposta por Freire ao ensino de ciências é construir uma visão radical da educação científica através da perspectiva de uma educação que pode mudar tanto a realidade social desigual do mundo globalizado (SANTOS, 2008), quanto a situação de degradação ambiental (KAHN, 2010). Apostamos neste princípio de design pela compreensão freireana de que somente o diálogo implica no pensamento crítico capaz de gerar a superação da

contradição hegemônica entre oprimidas/os e opressoras/es. Na educação dialógica e problematizadora, o conteúdo programático não é uma imposição - um conjunto de informes a ser depositado -, mas representa subversão organizada e sistematizada que, por meio do diálogo e da crítica, se tornam elementos de (trans)formação (FREIRE, 2017).

Para o primeiro princípio, a ferramenta analítica visa investigar a expectativa de ensino “Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico”. A ferramenta analítica do segundo princípio de design objetiva analisar a expectativa de ensino “Promover o desenvolvimento do engajamento na elaboração de ações sociopolíticas”. Elencamos abaixo orientações sobre como você deve proceder com as avaliações de cada ferramenta de análise. Confiamos em sua colaboração como meio de validação de nosso material.

Assim como toda pesquisa que envolve seres humanos, é compromisso da pesquisadora a manutenção do sigilo sobre as informações coletadas durante a pesquisa, assim como a sua participação (Resolução Nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde – CNS/MS). Ao responder e enviar este instrumento você aceita contribuir com a pesquisa e autoriza a utilização das informações para fins de divulgação dos seus resultados.

## **FERRAMENTA ANALÍTICA DA PROMOÇÃO DAS CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO**

Visando analisar a expectativa de ensino “promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico”, do princípio de design “uso didático de uma QSC com caso real”, elaboramos um quadro analítico, baseado nos estudos de Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), Solbes e Torres (2012) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2013; 2014; 2016). Este quadro analítico foi projetado para permitir inferências sobre o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico no âmbito do ensino de biologia via Questão Sociocientífica. Para tanto, inserimos um aspecto geral de ensino relacionado ao alcance (AL) ou não alcance (NAL) das capacidades de pensamento crítico correspondentes.

Para proceder com a análise sobre esta ferramenta, você deve analisar se o aspecto geral de ensino se relaciona coerentemente com os critérios elencados no alcance ou não alcance das capacidades de pensamento crítico, marcando uma opção entre: atende completamente, atende parcialmente e não atende. Você poderá tecer justificativas e/ou sugestões no campo ao lado de cada item. Em seguida, você fará uma análise global da ferramenta, utilizando também uma opção entre atende completamente, atende parcialmente e não atende. Por fim, poderá tecer comentários gerais pertinentes ao instrumento analítico.

Aspecto geral de ensino	Alcance (AL)	Não alcance (NAL)	Você considera que o aspecto geral de ensino se relaciona coerentemente com os critérios elencados no alcance ou não alcance das capacidades de pensamento crítico?	<b>JUSTIFICATIVAS E/OU SUGESTÕES</b>
Discutir sobre aspectos da natureza da ciência, evidenciados no caso da QSC e de demais exemplos em que sejam elucidadas as relações entre CTSA.	Compreender a ciência como atividade humana que envolve múltiplas relações com tecnologia, sociedade e ambiente, nas quais estão presentes relações desiguais de poder.	Assumir a ciência como um conhecimento neutro e desvinculado dos domínios tecnologia, sociedade e ambiente.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Realizar discussões que promovem o reconhecimento sobre diferentes dimensões relacionadas com problemáticas sociocientíficas.	Reconhecer problemáticas sociocientíficas, de modo a estabelecer relações nítidas entre as controvérsias científicas com questões sociais amplas, em diferentes dimensões, tais como: dimensões técnicas, éticas, culturais, econômicas, ambientais, políticas etc.	Não reconhecer problemáticas sociocientíficas enfrentadas pela humanidade, adotando um discurso sobre a ciência unidimensional e descontextualizado.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Fornecer diferentes elementos que mobilizem reflexões sobre modos de pensar alternativos, propiciando oportunidades para questionamentos.	Manifestar uma postura questionadora, sem limitar-se a discursos dominantes, por meio do conhecimento sobre posturas alternativas.	Não questionar discursos hegemônicos, reconhecendo-os como os únicos legítimos e/ou mais apropriados.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Proporcionar debates para posicionamento ético, fundamentado em filosofia moral, sobre os dilemas ético-morais envolvidos no caso da QSC.	Avaliar e fazer julgamentos éticos sobre o caso da QSC, posicionando-se de modo fundamentado e propondo soluções para problemáticas relacionadas.	Não expor nenhum tipo de avaliação e/ou questionamento sobre as razões ético-morais em torno das problemáticas que envolvem a QSC.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	

Orientar a busca de fontes credíveis de informações, de modo a prezar a precisão.	Utilizar e mencionar fontes credíveis de informações, buscando precisão de informações e argumentos.	Utilizar fontes arbitrárias de informações, com pouca ou nenhuma precisão nas informações e argumentos.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Estimular o diálogo respeitoso, de modo a evidenciar a importância de diferentes ideias e a busca de razões alternativas.	Ter abertura para diálogos e ideias opostas, buscando razões e alternativas no processo dialógico-argumentativo.	Manifestar postura não dialógica ou anti-dialógica, demonstrando pouco ou nenhum interesse em discutir sobre ideias diferentes das quais considera viáveis.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Explicitar a relevância de tomar decisões fundamentadas sobre questões sociocientíficas que visem transformações positivas das realidades.	Tomar posições fundamentadas e autônomas, manifestando disposição para decidir sobre ações capazes de transformar realidades problemáticas.	Manifestar passividade em relação a discursos e/ou práticas que são conformistas frente aos discursos dominantes.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	

De modo geral, você considera que esta ferramenta está adequada para analisar o princípio de design sintetizado pela característica “Uso didático de uma QSC com caso real”, que tem a expectativa de ensino de “Promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico”?

Atende completamente

Atende parcialmente

Não atende

**Comentários gerais sobre a ferramenta**

--

## **FERRAMENTA ANALÍTICA SOBRE O ENGAJAMENTO NA PROPOSIÇÃO DE AÇÃO SOCIOPOLÍTICA**

Para investigar sobre o princípio de design “ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire”, no que se refere a expectativa de ensino “promover o desenvolvimento do engajamento na elaboração de ação sociopolítica”, elaboramos um quadro analítico inspirado nos estudos de Freire (1967; 2017), Bencze e colaboradoras/es (2018) e Marques e Reis (2018). Este quadro visa propiciar a análise qualitativa do alcance das assertivas relacionadas ao critério geral elencado.

Para proceder com a análise sobre esta ferramenta, você deve analisar se as assertivas estão adequadas para análise do engajamento na proposição de ação sociopolítica considerando cada critério elencado, marcando uma opção entre: atende completamente, atende parcialmente e não atende. Você poderá tecer justificativas e/ou sugestões no campo ao lado de cada item. Em seguida, você fará uma análise global da ferramenta, utilizando também uma opção entre atende completamente, atende parcialmente e não atende. Por fim, poderá tecer também comentários gerais pertinentes ao instrumento analítico.

Critério	Assertivas de análise	Você considera que as assertivas estão adequadas para análise do engajamento na proposição de ação sociopolítica considerando cada critério elencado?	<b>JUSTIFICATIVAS E/OU SUGESTÕES</b>
Apresentação geral da proposição de ação sociopolítica	A proposição apresenta uma introdução fundamentada em conceitos e dados relacionados à temática sobre a qual se propõe agir.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
	A proposição é bem justificada do ponto de vista social, científico, ético, político e ambiental.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
Relevância social da ação sociopolítica proposta	A proposição apresenta relação evidente com questões de alterização negativas presentes na sociedade atual.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
	A proposição apresenta oportunidade evidente para mudança de valores, discursos e práticas hegemônicas que geram alterização negativa.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
	A proposição envolve uma perspectiva dialógica com os grupos sociais ligados à ação, de modo que se reconhece a alteridade e ao mesmo tempo que se	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente	

	questiona as injustiças.	<input type="checkbox"/> Não atende	
Possibilidades de aplicação da ação sociopolítica proposta	A proposição é exequível, em condições sociais, económicas e contextuais das/os proponentes.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	
	A proposição apresenta uma descrição objetiva e compreensível do passo a passo relacionada à ação.	<input type="checkbox"/> Atende completamente <input type="checkbox"/> Atende parcialmente <input type="checkbox"/> Não atende	

De modo geral, você considera que esta ferramenta está adequada para analisar o princípio de design sintetizado pela característica “Ensino baseado na perspectiva dialógica e crítica de Paulo Freire”, no que se refere à expectativa de ensino de “Promover o desenvolvimento do engajamento na elaboração de ações sociopolíticas.”?

Atende completamente

Atende parcialmente

Não atende

**Comentários gerais sobre a ferramenta**

--