

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

JOÃO PEDRO MARTINS COELHO JÚNIOR

**A FORMAÇÃO DOS ESTUDANTES EM DISCUSSÕES SOBRE
TECNOLOGIAS: UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA PARA
O ENSINO DE CIÊNCIAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ARARAS

2022

JOÃO PEDRO MARTINS COELHO JÚNIOR

**A FORMAÇÃO DOS ESTUDANTES EM DISCUSSÕES SOBRE
TECNOLOGIAS: UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA PARA
O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática oferecido pela Universidade Federal de São Carlos – CCA/Araras, como requisito para a obtenção do título de mestre.

Orientação: Nataly Carvalho Lopes

ARARAS

2022

Coelho Júnior, João Pedro Martins

A formação dos estudantes em discussões sobre tecnologias: uma questão sociocientífica para o ensino de ciências / João Pedro Martins Coelho Júnior -- 2022. 114f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Nataly Carvalho Lopes
Banca Examinadora: Nataly Carvalho Lopes, Estéfano Visconde Veraszto, Wellington Pereira de Queirós
Bibliografia

1. CTS. 2. Educação para e com as tecnologias. 3. Tecnologia. I. Coelho Júnior, João Pedro Martins. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato João Pedro Martins Coelho Júnior, realizada em 02/05/2022.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Nataly Carvalho Lopes (UFSCar)

Prof. Dr. Estéfano Vizconde Veraszto (UFSCar)

Prof. Dr. Wellington Pereira de Queirós (UFMS)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

AGRADECIMENTOS

Como a primeira fatia de bolo de qualquer aniversário, minha primeira fatia de imensos agradecimentos vai para minha orientadora, a professora Nataly, que em uma conversa naquela mesa, no horário do seu almoço no restaurante universitário da UFSCar, me agarrou pelos braços, em um momento que na minha vida tudo parecia escuro e sem sentido, e mostrou que existia um caminho para alcançar o meu objetivo, era só eu acreditar. Ela deu sua promessa dizendo que faria o possível para me auxiliar nessa jornada, e aqui eu estou, feliz por ter passado por mais uma longa jornada a procura de contribuir para a educação em nosso país. Profe... você foi a gigante a qual em seus ombros eu me apoiei para chegar até aqui.

À minha mãe que sempre me deu apoio e puxões de orelha. Sem ela, eu não teria me apaixonado pelos estudos e, talvez, não teria chegado tão longe. Ela é a razão pela pessoa que eu me tornei hoje.

Ao meu pai, que de qualquer forma, me proporcionou condições para chegar até aqui.

À minha amiga Karina, com quem eu não imaginava que um dia iria conquistar sua amizade. Com ela, eu aprendi que é impossível caminhar sozinho nessa grande jornada chamada vida.

Por fim, agradeço a Capes pelos subsídios a mim concedidos, os quais permitiram a minha dedicação integral a esse importante momento da minha formação.

“Why we dig up the past?
To understand it”
Lara Croft

SUMÁRIO

1. A PROBLEMÁTICA	11
1.1 Justificativa e Relevância	11
1.2 Problematização	13
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo Geral	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
2. DISCUSSÃO TEÓRICA	21
2.1 Técnica, tecnologia, racionalidade crítica e suas relações com os estudos CTS	21
2.1.1 Técnica e Tecnologia como uma Questão Sociocientífica (QSC)	26
2.2 A importância da técnica e da tecnologia em momentos de crise: A Peste Negra, A Segunda Guerra Mundial e a Gripe Espanhola.	29
2.2.1 A Peste Negra	29
2.2.2 A Primeira e A Segunda Guerras Mundiais	32
2.2.3 A Gripe Espanhola	35
2.3 Um olhar sobre a técnica no Brasil	38
2.3.1 A Revolta da Vacina e a importância da participação pública frente às novas tecnologias	38
2.4 A Fetichização da técnica	39
2.5 O contexto atual – Covid 19	42
2.6 A necessidade da formação científica e tecnológica por meio da educação CTS: a importância da ação sociopolítica nas decisões das tecnologias	45
2.6.1 O desenvolvimento de tecnologias e impactos socioambientais	45
2.6.2 O tema tecnologias no ensino de Ciências de acordo com a educação CTS	46
3. METODOLOGIA	50
3.1 Tipo de Pesquisa	51
3.2 Concepção teórica para análise dos dados	54
3.3 Processo de construção da sequência didática (SD)	58
3.4 Constituição de Dados	59
3.4.1 Uma QSC sobre o desenvolvimento de tecnologias e suas implicações na sociedade, ciência e meio ambiente.	59
3.4.2 Proposta para aplicação da sequência didática	63
3.5 Análise dos Dados	68
3.5.1 Análise dos resultados	68
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
5. REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE 1	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP – Três Momentos Pedagógicos

A – Atitudinal

C – Conceitual

C&T - Ciência e Tecnologia

CPA – Dimensões Conceituais, Procedimentais e Atitudinais

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

DGSP – Diretoria Geral de Saúde Pública

DUDH – Declaração Universal de Direitos Humanos

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ES – Encontros Síncronos

EUA – Estados Unidos da América

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NSF – National Science Foundation

P – Procedimental

PP – Pesquisa Participante

QSC – Questões Sociocinéticas

SD – Sequência Didática

RESUMO

As técnicas e as tecnologias têm auxiliado o homem a compreender e dominar o mundo ao seu redor. A necessidade de facilitar a vida diária como questões envolvendo o trabalho, e mais adiante a busca de novos territórios, que contribuiu com as guerras e o domínio de povos, auxiliou no desenvolvimento desenfreado de técnicas e tecnologias. Todavia, questiona-se sobre quais são os interesses relacionados ao desenvolvimento delas, uma vez que tais interesses possuem vários aspectos, como servirem para garantir o progresso da humanidade, ou para destruir e dizimar regiões e povos, fato que coloca em pauta as questões éticas e morais. Por isso, julgamos importante a formação científica e tecnológica por meio da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como fator promissor para auxiliar na construção do pensamento crítico e da tomada de decisões em relação às imposições das técnicas e das tecnologias. Desse modo, elaboramos uma sequência didática para alunos do sétimo ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual do município de Leme-SP, com o intuito de discutir as seguintes questões de pesquisa: de que maneira podemos promover a educação para e com as tecnologias para que ela contribua para a formação científica e tecnológica do cidadão e quais elementos podem expressar os processos formativos dos alunos a partir da educação CTS? E quais as contribuições e limites de uma proposta de sequência didática, elaborada por meio da educação CTS e das questões sociocientíficas, para o ensino de tecnologias e para a compreensão e participação dos sujeitos em temas de ciência e tecnologia? Após a realização da sequência didática, utilizamos a Análise de Conteúdo como instrumento de análise, proposta por Bardin, para a interpretação das falas dos alunos ao longo da sequência didática. Ao finalizar a sequência didática e analisar os resultados, concluímos que ao englobar a temática com a educação CTS, os alunos conseguiram estabelecer relações dos impactos que as tecnologias têm na ciência e na sociedade. Ao serem propostas atividades sobre a temática para os alunos argumentarem e discutirem durante as aulas, conseguimos observar atitudes e elementos que expressam os processos formativos por meio da educação CTS, como o posicionamento perante às decisões das técnicas e tecnologias, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, proporcionando a procura de soluções para situações-problemas que os envolvem e utilizando-as para a resolução dos problemas coletivos de sua comunidade.

Palavras-chaves: CTS; educação para e com as tecnologias; técnica; tecnologia

ABSTRACT

Techniques and technologies have helped man to understand and dominate the world around him. The need to facilitate daily life as issues involving work, and later the search for new territories, which contributed to the creation of wars and domination of peoples, helped in the unbridled development of techniques and technologies. However, it is questioned what interests are related to their development, since such interests have several aspects, such as serving to guarantee the progress of humanity, or to destroy and decimate regions and peoples, a fact that puts the ethical and moral issues. Therefore, we believe that scientific and technological training through Education in Science, Technology and Society (STS) is important as a promising factor to assist in the construction of critical thinking and decision-making in relation to the impositions of techniques and technologies. In this way, we developed a didactic sequence for students of the seventh year of elementary school at a state public school in the city of Leme-SP, with the aim of discussing the following research questions: How can we promote education for and with technologies so that it contributes to the scientific and technological training of citizens and what elements can express the training processes of students from STS education? And what are the contributions and limits of a proposal for a didactic sequence, elaborated through STS education and socio-scientific issues, for the teaching of technologies and for the understanding and participation of subjects in science and technology topics? After carrying out the didactic sequence, we used Content Analysis as an analysis tool, proposed by Bardin, to interpret the students' statements throughout the didactic sequence. At the end of the didactic sequence and analyzing the results, we concluded that by encompassing the theme with STS education, students were able to establish relationships of the impacts that technologies have on science and society. By proposing activities on the subject for students to argue and discuss during classes, we were able to observe attitudes and elements that express the formative processes through STS education, such as positioning their decisions regarding techniques and technologies, investigative, questioning spirit and transforming reality, providing the search for solutions to problem-situations that involve them and using them to solve collective problems of their community.

Keywords: CTS; education for and with technologies; technique; technology

1. A PROBLEMÁTICA

1.1 Justificativa e Relevância

Em 2019, me formei em licenciatura em Física pela Universidade Federal de São Carlos do Campus de Ciências Agrárias (CCA) e, logo em 2020, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPEdCM) pelo mesmo campus. Atualmente, trabalho como professor de ciências e matemática da rede estadual de ensino no município de Leme no estado de São Paulo, porém resido no município de Araras no mesmo estado. Em 2021, fui atribuído a um cargo de 32 aulas, sendo 16 delas, como professor do Projeto de Apoio à Tecnologia e Inovação (Proatec) que auxilia alunos, docentes e equipe gestora no uso de equipamentos e plataformas digitais, que foi o fator promissor para adentrar aos estudos sobre os impactos das tecnologias na sociedade, uma vez que é do senso comum o termo “tecnologia” estar relacionado ao mundo digital.

Além disso, as consequências causadas pela pandemia de Covid-19 fizeram com que o mundo desse maior valor às tecnologias digitais, com o intuito de manter a continuidade das atividades de todos os setores. Dessa forma, muitas discussões sobre tecnologias, principalmente por parte dos alunos, ficaram limitadas ao uso das tecnologias digitais, pois ela foi o principal fator para a continuidade das atividades escolares de forma remota.

Ao mesmo tempo, a realização desse trabalho nos causou interesse devido à situação atual envolvendo as discussões sobre tecnologias, como as vacinas e aos métodos de prevenção de doenças, impulsionadas pela pandemia ocasionada pela Covid-19. Quando a busca pela cura das enfermidades e a diminuição de mortes causadas pela Covid-19 se tornou papel principal na luta pela salvação da humanidade, não faltaram informações quanto à necessidade do uso de máscaras em lugares públicos, do distanciamento e isolamento social e da importância no uso do álcool em gel e de lavar as mãos a todo momento.

Todavia, é possível perceber a falta de compreensão da população mundial de que todos esses métodos preventivos não apareceram de maneira efêmera, e de que vieram acompanhando a história da humanidade desde a primeira pandemia causada pela Peste Negra (ou peste bubônica), na Idade Média, e pela Gripe Espanhola. Devido a isso, é importante destacar que todo tipo de método, ação ou aparato é considerado uma tecnologia, pois tecnologias são conjuntos de ações que procuram a solução de certa contradição entre a sociedade e o ambiente no qual ele vive, buscando promover o desenvolvimento de ambas (ORTEGA; GASSET, 1977; PINTO, 2005). Ou seja, pela visão dos autores, qualquer aparato que impulse o bem-estar social e a sobrevivência da mesma, é uma tecnologia e esse termo não se apropria somente dos produtos digitais como computadores, celulares entre outros.

Além disso, outra preocupante situação, que nos levou a realizar esse trabalho, foi o quão distante a população mundial esteve no acompanhamento do desenvolvimento da vacina, o que proporcionou discussões entre as pessoas sobre a eficácia da produção de vacinas de diferentes empresas. Essa situação me colocou a pensar sobre o quanto é necessário promover uma formação científica e tecnológica, por meio da educação CTS, a fim de contribuir para o desenvolvimento do seu senso crítico e da sua tomada de decisões frente às problemáticas envolvendo ciência e tecnologia, por meio de sua participação no desenvolvimento de ambas.

Antes de adentrar em maiores estudos para a elaboração dessa dissertação, realizamos uma pesquisa do tipo bibliográfica, que foi apresentada para o XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC em Redes 2021, com o título “Educação em Tecnologias na Perspectiva CTS: Uma Análise das Produções Acadêmicas da Temática em Uma Década na América Latina”. O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar a produção de artigos acadêmicos sobre os estudos da educação em tecnologias com o enfoque CTS entre os anos de 2010 e 2020, por meio de uma pesquisa bibliográfica para constituição dos dados.

De acordo com os dados levantados, pudemos inferir o quão silenciada nossa temática tem se apresentado ao longo desses 10 anos no evento analisado. Todavia, destacamos também não somente a importância da discussão teórica, o que foi feito em muitos trabalhos, dos assuntos envolvendo a educação em tecnologias, mas também a aplicação desses conhecimentos nas práticas de ensino e aprendizagem. A inserção da nossa temática no ensino mostrou ter potencial para gerar resultados importantes para a formação científico-tecnológica, trazendo as tecnologias não como meros artefatos produzidos pelo homem para garantir o bem-estar social, mas como algo que possa se desenvolver, de forma mútua, com a sociedade.

Percebemos ainda que existe a necessidade de atingir novos avanços nas pesquisas da área em educação para e com as tecnologias numa perspectiva CTS, para que possamos contribuir positivamente para a educação, visando superar os modelos de ensino reprodutivistas até então existentes.

Ao realizar esse levantamento, notamos que os estudos sobre educação em tecnologias, que garantem a participação pública e crítica em seu desenvolvimento, têm pouca abrangência nos países vizinhos da América Latina. Esses trabalhos focam na educação tecnológica que tem um viés para a compreensão e utilização desses novos aparatos produzidos pela ciência. No Brasil, vemos também uma maior predominância desses trabalhos, mas nota-se que a temática principal deste trabalho chamou a atenção de uma pequena parcela dos autores.

Assim, a realização desta pesquisa, por meio de um estudo bibliográfico, mostrou-se relevante, pois nos possibilitou compreender as divergências e convergências dos estudos sobre

educação em tecnologias que se preocuparam com a formação técnico-científica do cidadão e, ao mesmo tempo, o olhar abrangente desses estudos, que realizamos na América Latina, contribuiu para uma visão mais ampla sobre a preocupação dessa temática.

Com o intuito de propor e analisar mudanças nesse cenário, diante da educação para e com as tecnologias, promovemos essa pesquisa para se pautar em outras visões das discussões sobre a educação em tecnologias e não apenas no seu modo de “ensinar” e “passar conteúdo”, mas abordar como as tecnologias podem ter papel ativo na participação social nas decisões de políticas públicas de ciência e tecnologia (C&T) e, também, como a participação no desenvolvimento e processos tecnológicos podem auxiliar em uma visão crítica em seu uso futuro.

Para isso, buscaremos na próxima seção problematizar como o termo tecnologia tem potencial para ser discutido no ensino de forma a contribuir para a formação científica e tecnológica do estudante.

1.2 Problematização

Desde meados do século XX, por volta do final dos anos sessenta e início dos anos setenta, os estudos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm obtido grande influência nos currículos educacionais e em pesquisas acadêmicas no campo do ensino de ciências. Essa influência tem sido importante para o rompimento com as concepções herdadas sobre a ciência até então. De acordo com Bazzo et al (2003, p. 14) e Cerezo (2003, p. 119-120), a concepção tradicional ou herdada da ciência é entendida como uma atividade autônoma, objetiva, neutra e remota a qualquer tipo de interferência externa.

Dessa forma, a concepção tradicional da ciência impossibilitava a participação da sociedade sobre as decisões da ciência e da tecnologia, tornando a sociedade receptora de todos os seus desenvolvimentos, sem quaisquer debates sobre suas implicações no mundo. Sobre essa afirmação, o mesmo se aplica para os desenvolvimentos tecnológicos proporcionados pelo desenvolvimento científico. Bazzo et al (2003, p. 120) e Cerezo (2003, p. 119-120) explicam que o relacionamento entre a ciência e a tecnologia tem caráter essencialista e triunfalista que busca satisfazer o “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social.

[...] nessa visão clássica, a ciência somente pode contribuir com um maior bem-estar e se esquece da sociedade para buscar exclusivamente a verdade. Quer dizer, a ciência só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, o descobrimento de verdades

sobre a natureza, se mantém livre da interferência dos valores sociais por mais beneméritos que sejam. Analogamente, só é possível que a tecnologia possa atuar como cadeia transmissora no desenvolvimento social se se respeita sua autonomia, se esquece da sociedade para atender unicamente a um único critério de eficácia técnica. (CEREZO, 2003, p. 120)

Segundo o modelo linear de desenvolvimento, vemos que o produto que chega até as pessoas vem com a concepção de garantir a boa vivência da sociedade, ou seja, que a ciência e a tecnologia, de qualquer forma, possibilitarão condições de melhorias a todo momento. Porém, ao olharmos de modo crítico, podemos inferir que, ao gerar riquezas, esse modelo proporciona desequilíbrios na sociedade. Analisando o modelo tradicional de desenvolvimento da direita para a esquerda, temos que o bem-estar social apenas será atingido quando a sociedade obtiver riquezas suficientes para adquirir as tecnologias produzidas pela ciência. De certa forma, valoriza-se a ideologia capitalista e, conseqüentemente, os valores sociais são colocados em segundo plano. Além do fato de que, devido ao modelo de desenvolvimento econômico da América Latina, África e Ásia, este modelo jamais poderia vigorar nos países destes continentes.

A valorização da ideologia capitalista corrobora para a valorização da racionalidade tecnológica, que promove a aceitação da sociedade de todos os desenvolvimentos tecnológicos sem um olhar crítico, e se torna superior à racionalidade crítica, que, de acordo com Marcuse (1999), possibilita que o indivíduo argumente, critique e tome decisões sobre questões relacionadas aos impactos do desenvolvimento de tecnologias na vida humana, uma vez que valoriza-se a compreensão de que as tecnologias são passíveis de resolver todos os problemas dentro de uma sociedade.

Desse modo, os estudos CTS no ensino de ciências aparecem com o intuito de romper e promover a racionalidade crítica em relação a essas concepções. As suas propostas, segundo Santos (2011, p. 28-29), eram gerar discussões acerca do papel e das implicações da sociedade sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos que, posteriormente, abrangeram ao movimento de educação científica para a formação científica-tecnológica do cidadão, por meio do olhar crítico sobre a ciência e a tecnologia. Angotti e Auth (2001, p. 23) ainda destacam que os estudos CTS têm sido importantes para as características históricas e epistemológicas da ciência e a interdisciplinaridade na formação em ciência e tecnologia. Os estudos mostram a necessidade de investigar os conhecimentos de modo mais abrangente, por meio de uma visão crítica da realidade. Diante desse contexto, vemos a necessidade de se discutir como o termo “Técnica”, por meio dos estudos CTS, tem sido compreendido e quais seus impactos diante a sociedade.

De primeira instância, temos as concepções de Habermas (1968) em sua obra “Ciência e Técnica como Ideologia” que, em sua visão, a técnica tem sido construída por meio de ideologias que têm influenciado na sociedade até os dias atuais. Para o autor (p. 47) “a técnica é um projeto histórico-social, que nela se projeta o que uma sociedade e os interesses nela dominantes pensam em fazer com os homens e com as coisas.”, por meio dessa visão, temos a ideologia marcante sobre a técnica como instrumento de dominação.

Desde tempos remotos, a humanidade se preocupou em desenvolver aparatos, que vão desde simples instrumentos de caça até bombas atômicas, com o intuito de controlar o ambiente em que vive e, principalmente, satisfazer suas necessidades. Ortega y Gasset (1977, p. 7-8) afirma que é por meio do conjunto das técnicas que o ser humano impõe a reforma na natureza procurando satisfazer suas necessidades vitais que, conseqüentemente, promovem a recriação do ambiente em que vive. É importante destacar sobre essa afirmação, que a intenção do ser humano nunca foi se adaptar à natureza como fazem os animais, pois a técnica tem proporcionado certa mobilidade contrária aos sentidos biológicos. No entanto, como compreender essa concepção sobre a técnica?

Ortega y Gasset (1977, p. 6) destaca a grande diferença entre nós, seres humanos, e os animais. Para o autor, os animais estão presos às suas urgências vitais, que se baseiam nas necessidades orgânicas e biológicas, ou seja, eles estão à imposição das “ordens” nas quais a natureza dispõe em determinado momento. Em relação ao ser humano, nós tendemos a anular as imposições da natureza por meio do desenvolvimento da técnica e da tecnologia, ou seja, elas tendem a suprir as necessidades que, conseqüentemente, garantem o bem-estar, como o exemplo da descoberta da técnica do fogo, com o intuito de anular as conseqüências do frio (Idem, p. 6-8).

Vemos que essas relações entre o homem e a natureza se direcionaram à dominação dela. Para Habermas (1968, p. 53), a natureza passou por um processo de domínio no qual não existiu a comunicação entre a natureza e os seres humanos, e sua libertação dependeria de quando os homens se comunicarem com a natureza. Tal comunicação deveria ser não intimidadora, com intuito de reconhecer um ao outro de forma dialética, possibilitando no pensamento em favor ao coletivo e não ao individual.

Esse ato comunicativo mostra a relevância sobre sua prática no ensino escolar, principalmente no ensino de ciências, o qual pode contribuir para o desenvolvimento da racionalidade crítica que, de acordo com Marcuse (1999), possibilita que o indivíduo tenha um olhar crítico da realidade vigente. Porém, muitos professores ainda concebem as tecnologias e o desenvolvimento tecnológico de forma obsoleta.

Por exemplo, Fourez (2003, p. 119) acrescenta que a crença dominante, principalmente por parte dos professores, é a de que as tecnologias são segmentos automáticos das aplicações da ciência. Todavia, o autor rebate essa ideia por meio de argumentos que abrangem esse conceito de tecnologia:

[...] a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências. A compreensão desta implicação do social na construção das tecnologias torna possível um estudo crítico destas, como o fazem os trabalhos de avaliação social das tecnologias (technology assessment). Uma formação para a negociação com as tecnologias deve tornar os alunos capazes de analisar os efeitos organizacionais de uma tecnologia (por exemplo, os da aparição de um fax em um serviço, de um forno de microondas em uma família, ou de uma torre de mais de 400m de altura em Nova Iorque). (FOUREZ, 2013, p. 119)

Portanto, como infere o autor, a participação pública sobre os desenvolvimentos tecnológicos e, também científicos podem contribuir para a formação técnico-científica que influencia nas tomadas de decisões por parte do indivíduo. Devido a isso, é necessário discutir como a participação pública se tornou relevante para os avanços da ciência e da tecnologia.

A representação pública nos desenvolvimentos tecnológicos e científicos ganhou certa importância nos tempos finais da Segunda Guerra Mundial. É importante ressaltar que, antes disso, a gestão e formulação de políticas da ciência e da tecnologia estavam conectados pela ideologia neoclássica da tecnologia, ou seja, o entendimento de desenvolvimento tecnológico como acúmulo de capital e que a sociedade apenas fazia uso desses desenvolvimentos para garantir seu bem-estar. (GARCIA; CERESO; LÓPEZ, 2001, p. 121)

Segundo Garcia, Cerezo e López (2001, p. 123-124), a investigação científica e a inovação tecnológica se relacionavam por meio de três concepções distintas sobre a ciência e tecnologia (paradigmas), ao final da Segunda Guerra Mundial. O primeiro paradigma tinha o olhar para a ciência como motor de progresso, no qual a tecnologia era pura consequência dela e, ao mesmo tempo, o financiamento público colocava todas as decisões sobre ciência e tecnologia (C&T) nas mãos da sociedade científica. O segundo paradigma compreendia a ciência como solução primordial dos problemas, pois, em tempos de acúmulo de riquezas, suas produções priorizavam o desenvolvimento econômico. E o terceiro paradigma olhava para ciência como recurso estratégico, ou seja, a produção das tecnologias resolvia todos os problemas da sociedade por meio de suas demandas.

O rompimento desses paradigmas foi possível por meio da evolução das políticas de C&T que englobavam os estudos sociais. As novas políticas entendiam que a representação pública e acadêmica da C&T contribuem para as trocas sociais, políticas e culturais e a

necessidade de “socialização” das políticas ciência e tecnologia. Os estudos CTS tornam-se necessários, neste momento, para a gestão e políticas C&T, pois eles se beneficiam dos conhecimentos proporcionados pelas novas orientações sociais (GARCIA; CEREZO; LÓPEZ, 2001, p. 124-126).

Após os acontecimentos da Segunda Guerra Mundial, a ciência e a tecnologia criaram laços fortes para garantir a hegemonia militar e econômica dos países bem-sucedidos na guerra. Entretanto, o impacto da destruição que as bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki causaram, fez com que os cientistas e políticos da época pensassem, de forma crítica, sobre qual o papel e a imagem pública que as ciências proporcionavam (VOGT; POLINO, 2003, p. 8).

O interesse pelos estudos da percepção pública da C&T, envolvendo as questões éticas e sociais, tiveram ênfase por meio da criação do primeiro satélite artificial pela antiga União Soviética. O desenvolvimento do satélite, o Sputnik, impulsionou a preocupação e os investimentos em compreender como a educação científica e tecnológica pode ter maior relevância por meio da participação pública em suas decisões.

Nesse cenário, foram impulsionados novos debates sobre a ciência e suas implicações éticas e sociais, com o surgimento, nos Estados Unidos, da National Science Foundation (NSF), em 1950, e de programas de educação e popularização de massa que garantissem respeito e apoio continuado à ciência nacional por parte da população. No final da década, o então presidente norte-americano Dwight David Eisenhower cria a Nasa (National Aeronautics and Space Administration), em 1958, em resposta à pressão da opinião pública norte-americana ante a criação do primeiro satélite artificial da história, o Sputnik, pela União Soviética, no ano anterior. No mesmo contexto, os Estados Unidos incentivam a NSF a apoiar programas de educação científica (com US\$1 bilhão gastos nas duas décadas seguintes) e a realizar estudos de opinião pública. (WITHEY, 1959 apud VOGT; POLINO, 2003, p. 8)

Os estudos sobre opinião pública foram essenciais para compreender como as produções científicas chegam até a população. Neste estudo, entendemos que as produções científicas atingem a sociedade por meio das tecnologias, como é descrito por Bazzo et al. (2003, p. 120) e Cerezo (2003, p. 119-120) no “modelo linear de desenvolvimento”. Essas tecnologias, as quais a sociedade compreende como meios tecnológicos digitais (computadores, celulares, chips, *internet* etc.), não se relacionam apenas com esses aparatos, mas também com o desenvolvimento de vacinas, fármacos, armas, alimentos geneticamente modificados entre outros aparatos que proporcionam a sobrevivência e, possivelmente, o bem-estar da população.

Segundo Miller (2004, p.283), os resultados das pesquisas científicas são vistos pela população apenas como produtos, porém torna-se importante que os indivíduos compreendam essa conexão entre os produtos que usam e as pesquisas científicas que levam à criação dos mesmos. No seu estudo sobre o entendimento público de produtos específicos e os resultados

das pesquisas científicas, o autor recorre à análise de três produtos, com o intuito de ilustrar a conexão entre a sociedade, as pesquisas científicas e o entendimento público sobre antibióticos, *lasers*, computadores e *internet*. Para a problematização, traremos apenas as discussões do autor sobre antibióticos, pois relaciona-se com os desenvolvimentos atuais de vacinas contra a Covid-19.

Miller (2004, p. 283) afirma que o desentendimento sobre os antibióticos continuam sendo uma problemática de saúde pública no mundo todo e, principalmente, nos EUA, pois as concepções dos americanos continuam se pautando em um senso comum. Para ele, o público tem aceitado os antibióticos como uma nova ciência sem, ao menos, compreender sua base biológica, o que acarretou o uso descontrolado deles, contribuindo para o aparecimento de novas bactérias resistentes a muitos antibióticos. Ainda de acordo com o autor:

[...]pesquisas sobre opinião pública a respeito se antibióticos matam vírus e bactérias mostraram que certo entendimento tem melhorado ao passar dos anos. Entrevistas nacionais nos EUA foram feitas para adultos, periodicamente, na última década perguntando sobre seus conhecimentos se os antibióticos matam bactérias ou vírus (NBS, 2000¹). A porcentagem de adultos que entenderam que antibióticos não matam vírus aumentou de 26 por cento em 1988 para 45 por cento em 1999. Todavia, a maioria dos americanos ainda não tem compreendido essa base biológica até o final do século. (MILLER, 2004, p. 283, *tradução nossa*)

Partindo das discussões sobre os antibióticos, podemos trazer reflexões para a situação pandêmica atual no Brasil, quanto ao uso do fármaco nomeado Cloroquina. Essa tecnologia é utilizada no tratamento da malária e da artrite reumatoide e é considerada como fármaco imunomodulador e imunossupressor (MENEZES; SANCHES; CHEQUER, 2020, p.2). Para auxiliar na compreensão, os imunomoduladores procuram fazer ajustes no sistema imunológico, como o aumento ou a diminuição do comportamento de certo produto químico na célula e os imunossupressores auxiliam na redução da ativação ou eficácia do sistema imunológico de atacar células saudáveis (AMIGOS MÚLTIPLOS PELA ESCLEROSE, 2019, on-line).

De acordo com Menezes, Sanches e Chequer (2020, p. 2), quando o Ministério da Saúde e a Anvisa divulgaram, na mídia, que o uso de cloroquina poderia ter potencial como terapia adjuvante no tratamento de Covid-19, desde que fossem casos leves e moderados da doença, houve um despertar da automedicação de modo desenfreado desse fármaco pela sociedade. Contudo, ao ser detectada uma morte nos EUA pelo uso indiscriminado do medicamento, os

¹ National Science Board. **Science and Engineering Indicators – 2000**. Washington: U.S. Government Printing Office.

estudos sobre a eficácia do mesmo se tornaram uma controvérsia global. As autoras (Idem, p. 2), sobre essa situação, afirmam que “o temor e a desinformação são grandes motivadores para uso indiscriminado desse medicamento.”

O medicamento cloroquina é um, dentro de vários outros exemplos, no qual vemos a necessidade da educação em tecnologias. Conforme Queraltó (2005, p. 179), a percepção sobre as tecnologias tem caráter dual para a sociedade global. Por um lado, a tecnologia sempre esteve conceituada como fonte de progresso social, por outro lado, existem dúvidas sobre qual “bem-estar” as tecnologias podem oferecer, pois elas podem direcionar a sociedade contemporânea a situações problemáticas.

Desta forma, estes problemas estiveram ligados ao desemprego, ao uso da tecnologia para fins bélicos e ao consumismo, em desacordo com o desenvolvimento da sociedade. A educação, de modo geral, tem reforçado esses problemas, de modo a apenas contribuir para as exigências do mercado, utilizando o domínio da técnica.

Santos e Mortimer (2002, p. 118) afirmam que a educação tecnológica, preferencialmente adotada neste trabalho como **educação para e com as tecnologias**, não deve se pautar apenas na explicação técnica dos aparatos tecnológicos, mas sim ter uma maior preocupação na compreensão e no desenvolvimento de representações dos cidadãos para auxiliá-los na aprendizagem das novas tecnologias. Ainda de acordo com os autores, “uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de custo a qualquer preço” (p.118) e não auxilia o cidadão na busca do seu desenvolvimento. Deste modo, temos a relevância da educação para e com as tecnologias por meio de uma visão CTS para desassociar essa visão alienadora da tecnologia.

Para Acevedo (1996), a alfabetização tecnológica no contexto CTS engloba o entendimento de todos esses aspectos de prática tecnológica, pois busca formar um cidadão que compreenda a influência que a tecnologia tem no comportamento humano e ajude a aprimorar atitudes, em busca de um desenvolvimento tecnológico sustentável, por meio da discussão de valores.

Pode-se notar que o desenvolvimento das novas tecnologias fez com que houvesse diversas modificações na sociedade moderna. Com o passar dos anos, novos aparatos tecnológicos vão sendo desenvolvidos em função dos avanços da ciência que impactam diretamente as pessoas. A revolução tecnológica se torna um fator de grande discussão nos dias de hoje que, segundo Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009), possibilita criar novas formas de

socialização e também novas definições de identidade cultural e coletiva, que atingem todas as camadas da sociedade.

Por meio dessas problematizações, buscaremos nortear nossos estudos de acordo com as seguintes questões: (a) De que maneira podemos promover a educação para e com as tecnologias para que ela contribua para a formação científica e tecnológica do cidadão e quais elementos podem expressar os processos formativos dos alunos a partir da educação CTS? (b) E quais as contribuições e limites de uma proposta de sequência didática, elaborada por meio da educação CTS e das questões sociocientíficas, para o ensino de tecnologias e para a compreensão e participação dos sujeitos em temas de ciência e tecnologia?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

- Compreender de que maneira podemos promover a educação para e com as tecnologias para que ela contribua para a formação científica e tecnológica do cidadão

1.3.2 Objetivos Específicos

- Construir uma sequência didática por meio da Educação CTS pelos 3 Momentos Pedagógicos (3MP) proposto por Delizoicov (1982) com o intuito de compreender os impactos de uma educação para e com as tecnologias para a formação dos estudantes;
- Contribuir para o desenvolvimento deste campo de pesquisa na área de ensino de ciências.
- Fomentar as ferramentas de constituição e análise de dados que possibilitem análises importantes sobre processos formativos;
- buscar entender as dimensões de aprendizagem ao longo da pesquisa. (objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais)

A problematização da temática envolvendo a educação para e com as tecnologias têm potencialidades em promover uma sociedade participativa em relação às demandas tecnológicas, bem como sobre quais serão as finalidades do desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas. Julgamos que o ambiente escolar, como um ambiente não neutro, seja de grande importância para a construção do posicionamento crítico do cidadão, o que faz com que ele busque melhorias na sua condição de tomadas de decisões. Levando em consideração as questões envolvendo as tecnologias, vemos a importância de abordar essa temática no ensino de ciências por meio da educação ciência, tecnologia e sociedade (CTS), pois, de acordo com

Hodson (2011), esta educação visa a melhoria da formação científica e tecnológica, uma vez que a educação CTS proporciona que o cidadão seja capaz de avaliar e tomar decisões sobre as tecnologias e quais suas consequências de modo ético e moral para a sociedade, além de buscar formas alternativas para resolução dos problemas envolvendo as tecnologias.

Assim, buscamos neste trabalho, propor uma sequência didática para alunos do ensino básico pertencentes à uma escola pública estadual localizada na cidade de Leme no estado de São Paulo. A sequência didática foi realizada com os alunos do sétimo ano do ensino fundamental, com faixa etária entre 11 e 13 anos, por meio de 6 aulas com duração de 90 minutos cada. O tempo de realização da sequência didática foi de dois meses, o que possibilitou a constituição de todos os dados para análise.

É importante destacar que essa pesquisa passou pelos trâmites de avaliação da Comissão de Ética Pública (CEP) sendo aprovado com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 51287721.0.0000.5504, com número do parecer 5.129.964.

2. DISCUSSÃO TEÓRICA

2.1 Técnica, tecnologia, racionalidade crítica e suas relações com os estudos CTS

Por séculos, a humanidade tem se preocupado em alcançar objetivos com o intuito de garantir uma vida melhor no planeta Terra. Diante disso, não faltaram esforços para que o homem procurasse desenvolver meios para facilitar a sua convivência e suas relações entre ele e o ambiente ao seu redor e em sociedade. Foram por esses esforços que nos inserimos em uma jornada na busca incansável de técnicas e tecnologias que promovessem a hegemonia da humanidade. Conforme Santos (2013, p. 17), a história do homem na Terra ocorreu por rompimentos contínuos entre o homem e seu entorno, e aceleramos esse processo quando nos concretizamos como indivíduos necessários para a nossa progressão e buscamos desenvolver instrumentos para dominar a natureza a nosso favor, o que fez com que alcançássemos a era de intenso desenvolvimento tecnológico.

Comumente, associamos os tempos modernos como era tecnológica, exacerbando a ideia de que estamos vivendo um período em que o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias tem atingido seu ápice na história da humanidade. Contudo, Pinto (2005, p. 63) argumenta que a expressão “era tecnológica” deve ser compreendida como qualquer período da história a partir do momento em que o homem se viu apto a elaborar e realizar projetos, objetos ou ações passíveis da constituição e construção do seu próprio ser. Portanto, desde os tempos

remotos, procuramos organizar o ambiente de forma que ele responda às nossas necessidades e anseios por meio de técnicas.

De acordo com Pinto (2005), o conceito de técnica passou por concepções antigas dadas pelos filósofos Aristóteles e Kant que definem que técnicas são meios que precedem a realização da ação e constituem o propósito para determinação de sua ação, sendo algo superior à sua experiência, pois permitem que o homem possa compreender o motivo da causa, uma vez que a experiência mostra apenas a realidade. Já em uma concepção contemporânea, o autor afirma que as técnicas devem ser compreendidas como forma de ações humanas e não de fabricação de coisas, uma vez que ela se mostra como um processo histórico de um modo de criação humana.

São as técnicas, caracterizadas como ações humanas, que incrementam valores na nossa vivência, uma vez que elas criam uma relação de caráter problemático com o homem e o mundo, tanto que, as tentativas para a construção de um mundo idealizado sempre levaram a conflitos que buscavam o poder nas mãos de uma única pessoa, e não a união de todos para a construção de uma sociedade igualitária. Diante disso, o homem se preocupou em criar relações hierárquicas, que visavam a dominação de sistemas perante outros para o benefício de poucos, e não se preocupou com as relações que beneficiavam muitos diante do contexto histórico vivido (PINTO, 2005, p. 65; SANTOS, 2013, p. 32).

É desta forma que a técnica atua na sociedade atual, pois vivemos presos a ela, uma vez que a técnica também estabelece relações de trabalho. Marcuse (1999, p.73) vê a técnica como um instrumento de indústrias, comunicação e transportes, um fator parcial do modo de produção, e, ao mesmo tempo, é capaz de promover autoritarismo ou liberdade, pode trazer escassez ou abundância, além de propiciar tanto o aumento como a abolição do trabalho árduo. Para o autor, a técnica também pode possibilitar que o homem seja liberto do trabalho abstrato, mas devido à sua concepção atual das sociedades industriais, compreende-se que a técnica pode ser usada de forma a agir como um instrumento de exploração e dominação do homem pelo homem.

Pinto (2005, p. 49) argumenta que a técnica deve ser compreendida por meio da influência da mecanização do trabalho, pois “os homens nada criam, nada inventam nem fabricam que não seja expressão das suas necessidades, tendo de resolver as contradições com a realidade”. Devido a isso, toda a necessidade de avanço tecnológico conecta-se ao processo de desenvolvimento das forças produtivas da sociedade, sendo a principal o trabalho humano.

Citamos como exemplo a invenção das máquinas, que foi responsável por fortalecer a modificação do modo de relação de produção do homem e sua ligação com a natureza, pois

possibilitou que ele criasse formas de ação perante as forças naturais e aumentasse sua capacidade de domínio da natureza, além do próprio domínio da sociedade. De acordo com Pinto (2005, p. 91-92), as máquinas são desenvolvidas para facilitar e aliviar o trabalho humano, ao mesmo tempo, são criadas de forma intencional com o intuito do homem ser submisso a elas, tornando-as um fator inevitável para o alcance do progresso.

Desta forma, compreende-se que as máquinas, enquanto técnicas, possibilitaram que atingíssemos os modos de produção que se concretizam no bem-estar da humanidade, mas, por outro lado, fez com que a sociedade fosse separada em classes, deixando os possuidores das máquinas no topo da camada social e escravizando o resto da sociedade que se viu dependente deles para ter condições mínimas de reprodução da vida. Chegamos a esse ponto, pois, ao desenvolver novas técnicas, o homem negligenciou sua consciência crítica perante os resultados que poderiam se concretizar com elas, caso ele tivesse se constituído pela sua criticidade, nunca veríamos as invenções como do arco e flecha, da cerâmica ou da moenda, possibilitarem condições para a escravização e a morte dos seres humanos (PINTO, 2005, p. 105).

Desta forma, uma ‘mecânica do conformismo’ se espalhou pela sociedade. A eficiência e o poder da sociedade tecnológica/industrial oprimiram o indivíduo, que gradualmente perdeu os traços característicos anteriores da racionalidade crítica (isto é, autonomia, discordância, poder de negação etc.), produzindo assim um declínio da individualidade e o que Marcuse mais tarde chamaria de ‘sociedade unidimensional’ e ‘homem unidimensional’. (KELLNER, 1999, p. 26)

Devido às exigências do método de produção, o homem teve que se adaptar a elas tornando o seu trabalho totalmente agregado ao da máquina. O individualismo avançou devido ao domínio da racionalidade tecnológica, que se caracteriza por ser um modo de pensamento que estabelece padrões de julgamento e direciona a sociedade a aceitar o sentido do aparato tecnológico (PISANI, 2008), sobre a racionalidade crítica, então os acontecimentos que moldavam os pensamentos e as ações do homem passaram a ser dependentes dos processos de produção e não mais pertencentes à natureza ou à sociedade (MARCUSE, 1999).

Diante dessas reflexões, cabe compreendermos que a técnica traz consigo um pensamento dual, pois dependendo da forma que ela for utilizada, poderá trazer a coletividade proporcionando o desenvolvimento mútuo da sociedade ou propiciar o domínio de poucos sobre muitos.

A técnica identifica assim com a própria ação do homem, e será sempre boa se for fecundada, se obtiver maior rendimento na exploração do mundo material sendo praticada em um regime de convivência fraterna. Torna-se má se, em vez disso, se aplica a exploração dos humanos por seus semelhantes. (PINTO, 2005, p. 187)

Não somente a técnica possibilita uma forma de moldar a sociedade tanto de forma boa ou ruim, como também a tecnologia, vista como produto da técnica, pode ter características boas ou más dependendo dos seus propósitos (PINTO, 2005). Marcuse (1999, p. 73) a define como um processo social, ou como um modo de produção, sendo capaz de organizar, perpetuar ou modificar as relações sociais e podendo, também, ser um aparato de controle e dominação. Portanto, vemos que a tecnologia não é neutra, pois está totalmente inserida no contexto social, podendo produzir, fazer, construir, organizar e desorganizar a vida por meio de interesses de classes dominantes.

Por outro lado, Pinto (2005, p. 219-220) compreende a tecnologia em quatro significados:

(a) De acordo com primeiro significado etimológico, a tecnologia tem de ser a teoria, a ciência, o estudo, a discussão da técnica, abrangidas nesta última noção as artes, as habilidades do fazer, as profissões e, generalizadamente, os modos de produzir alguma coisa [...]

(b) no segundo significado, tecnologia equivale pura e simplesmente a técnica. indiscutivelmente constitui este sentido mais frequente popular da palavra, usar da linguagem corrente, quando não se exige precisão maior. As duas palavras mostram-se, assim, intercambiáveis no discurso habitual, coloquial e sem rigor [...]

(c) estreitamente ligado à significação anterior, encontramos o conceito de tecnologia entendido como conjunto de todas as técnicas de que dispõe uma determinada sociedade, em qualquer fase histórica de seu desenvolvimento. Em tal caso, aplica-se tanto às civilizações do passado quanto às condições vigentes modernamente em qualquer grupo social. [...]

(d) Por fim encontramos o quarto sentido vocábulo tecnologia para nós ainda tem importância capital a ideologização da técnica [...]

Uma vez discutidas as concepções de técnica e tecnologia, neste trabalho adotaremos a concepção de tecnologia compreendida como um instrumento e uma forma de controle, além de ser um conjunto de várias técnicas. Toda tecnologia é um reflexo da sociedade capitalista, pois as relações sociais atuais são determinadas por um modo de produção de técnicas que procura transformar tudo em aparatos (tecnologias) de dominação e de exploração do mundo. A isso se deve à força que a tecnologia tem a reduzir o pensamento do homem em atos de obediência e de comportamento às condições de relações sociais impostas atualmente e se concretizando na racionalidade tecnológica.

E adotaremos a concepção de técnica como forma de ações humanas e não de fabricação de coisas, pois ela se mostra como um processo histórico de criação humana (PINTO, 2005).

Como dito anteriormente, a racionalidade tecnológica prevaleceu, tornando a sociedade atual em uma sociedade individualista. Desse modo, o individualismo favoreceu que o indivíduo não fosse capaz de compreender quais atividades estão sendo realizadas pelo seu interesse ou pelas necessidades do aparato tecnológico, uma vez que, devido à racionalidade

tecnológica, os propósitos da tecnologia se sobrepõem aos propósitos do homem, fazendo dos objetivos humanos os objetivos da tecnologia (LIMA, 2020, p. 226-227)

A tecnologia como modo de produção, como a totalidade, de instrumentos, dispositivos e invenções se caracterizam como era da máquina, e é assim, ao mesmo tempo, uma forma de organizar em perpetuar ou modificar as relações sociais, uma manifestação do pensamento e dos padrões de comportamento dominantes, instrumento de controle e dominação (MARCUSE, 1999, p. 73)

Portanto, quando o homem manipula a máquina, ele aprende a obedecer às instruções, com o intuito de garantir os resultados que ele almeja, se tornando escravo dela. Além disso, o homem se preocupa com a tecnologia, pois ele compreende que com ela, serão encontradas soluções para todos os problemas.

Ao dar essa característica para a tecnologia, o homem a compreende como ideologia, na qual Pinto (2005, p.220) destaca ser um objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar. É neste momento em que a humanidade assimila que as tecnologias são passíveis da resolução de qualquer problema, pois somos forçados a viver em um mundo de crises sem compreender os motivos pelos quais elas estão ocorrendo.

Pinto (2005, p. 369) argumenta que existe uma falta de concepção dialética, ou seja, crítica, sobre o entendimento de vivenciar as crises, pelo fato de tentarmos compreendê-las dentro delas mesmas e não observá-las de fora, uma vez que, para observá-las de fora, precisamos construir nossa concepção crítica, que, para o autor, ainda é algo inexistente. Portanto, utilizamos das tecnologias para proporcionar uma segurança sobre nosso futuro por meio do total domínio da natureza, mas quando as crises eclodem, passamos por um momento conturbado de incertezas, confusões e necessidades de produção de novas tecnologias, dado que esses eventos se tornam incompreensíveis, talvez não devessem acontecer ou já tenham sido previstas e, possivelmente, pudesse ser evitada a tempo (PINTO, 2005, p. 369).

Portanto, na seção 2.2 traremos discussões aprofundadas sobre como as técnicas e tecnologias foram importantes em momentos de crise ao longo da história, para compreendermos quais os fatores que contribuíram para que o homem buscasse com a técnica e a tecnologia meios para garantir a prosperidade humana na Terra.

Frente às discussões sobre técnica e tecnologia, vemos a necessidade da educação para e com as tecnologias no contexto CTS, pois proporciona que o indivíduo se posicione perante às decisões que relacionam tecnologias. Para Acevedo (1996 apud VAZ; PINHEIRO, 2009), a alfabetização tecnológica no contexto CTS engloba o entendimento de todos esses aspectos de prática tecnológica. Ela procura formar um cidadão que compreenda a influência que a

tecnologia tem no comportamento humano e o auxilie a aprimorar atitudes, em busca de um desenvolvimento tecnológico sustentável, por meio da discussão de valores que são implicados nas discussões envolvendo tecnologias.

Percebemos que a educação CTS contribui para as propostas curriculares do ensino, procurando vincular a ciência e a tecnologia no contexto em que se encontra a sociedade. Cabe, nesse sentido, a importância da discussão com os alunos sobre os desenvolvimentos, avanços, consequências, interesses econômicos e políticos da ciência e da tecnologia de forma contextualizada e relacionando-os com a evolução do ser humano ao longo do tempo, além de contribuir para a tomada de decisões perante discussões que envolvam ciência e tecnologia.

Seguindo esses ideais, a formação na educação CTS passa a ser compreendida como uma oportunidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, fazendo com que ele/ela procure soluções para situações-problemas que estão ao seu redor e, posteriormente, utilizando-as para a resolução dos problemas coletivos de sua comunidade (PINHEIRO, 2005).

2.1.1 Técnica e Tecnologia como uma Questão Sociocientífica (QSC)

Além disso, os conceitos de técnica e tecnologia mostram ter condições e potenciais para serem discutidos no ensino, logo que eles envolvem as esferas ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas ao meio científico e tecnológico e não garantem uma única resposta para seus dilemas. Quando essas questões ganham destaque, elas são geralmente denominadas *socioscientific issues* (SSI), ou seja, questões sociocientíficas (QSCs) (SANTOS; MORTIMER, 2009). Para os autores, tais questões têm sido evidenciadas em currículos com ênfase em CTS, pois além de serem pertencentes à atividade científica, buscam formação para a cidadania, pelo estudo do assunto por meio de uma visão ampla, como poluição ambiental, por exemplo, ou de forma pontual, como situações diárias com aplicações científico-tecnológicas.

As QSCs são introduzidas em debates políticos, na mídia e no ensino, com o intuito de compreender ou debater controvérsias sobre os problemas da sociedade relacionados com ciência e tecnologia. Em relação à origem das QSCs no ensino, Levinson (2006, apud SILVA, 2016, p.39) afirma que:

[...]as discussões controversas se firmaram no contexto escolar inicialmente relacionado a temáticas de cunho mais especificamente social, o que não envolvia, necessariamente, discussões relacionadas à ciência e à tecnologia. Portanto, passaram a fazer parte do currículo as “discussões controversas” que envolvem diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto, mas não estão relacionadas à ciência

e à tecnologia necessariamente, como é o caso das “discussões sociocientíficas”. Como afirma Levinson (2006), desde a década de 1970, o currículo escolar da Inglaterra, por meio do “Humanities Curriculum Project”, introduziu temas controversos com o objetivo de lidar com: relações familiares, pobreza, raça e homossexualidade. [...] Levinson (2006) acrescenta que, na década de 1980, os temas controversos estavam voltados para as discussões antirracismo e multiculturalismo.

Portanto, as QSCs promovem nos estudantes o desenvolvimento da racionalidade crítica, que, de acordo com Marcuse (1999), é a capacidade do indivíduo argumentar, criticar e tomar decisões sobre questões relacionadas aos impactos, neste caso, desta pesquisa, do desenvolvimento de tecnologias na vida humana. Dessa forma, essas ações contribuem para a construção desse modo de pensamento do indivíduo, pois o auxilia na elaboração de estratégias para buscar soluções sobre os problemas do cotidiano, buscando a qualidade de vida e a transformação da sua realidade (TORRES; SOLBES, 2018, p. 59).

Martínez Pérez (2012), acrescenta que as QSCs aparecem de forma a dar outro significado social ao ensino de ciências, por meio de uma perspectiva crítica, para contribuir no aprimoramento de condições pedagógicas e didáticas que favoreçam que os estudantes possam participar responsabilmente de debates científicos e tecnológicos controversos do mundo contemporâneo, uma vez que, de acordo com Pedretti (2003), a ciência e a tecnologia têm sido inseridas em contextos de controvérsias e incertezas, tendo a necessidade do posicionamento crítico dos cidadãos sobre os impactos e alcances, que destacamos neste trabalho, como a valorização da racionalidade crítica.

As QSC apresentam para o ensino de Ciências importantes possibilidades para trabalhar aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos da Ciência contemporânea. Assim, aspectos como natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica e ação adjacentes às interações CTSA poderiam ser trabalhados pelos professores de Ciências em suas aulas por meio da estruturação e do desenvolvimento de questões controversas. (MARTÍNEZ PÉREZ, 2003, p.58-59)

Julgamos que o ensino de ciências, por meio de QSCs, tem grande potencial em aguçar a racionalidade crítica do aluno, pois envolvem situações que os possibilitam procurar soluções e desenvolver capacidades de escolhas racionais para os problemas encontrados na sua vida cotidiana, uma vez que, ao desenvolver uma opinião, o indivíduo é capaz de realizar reflexões sobre a sociedade em que vive e possibilita-o a participar dela. Além disso, Torres e Solbes (2018, p. 60) argumentam que o ensino de ciências promove o questionamento de moldes autoritários e se preocupa com os aspectos emancipatórios, como a opinião independente e a análise crítica de discursos legitimadores, desta forma, a educação para e com as tecnologias

dentro do ensino de ciências proporciona que os alunos promovam discussões e questionem a validade dos argumentos sobre as decisões das tecnologias.

Marcuse (1984) aponta a necessidade de um olhar crítico sobre as afirmações que tendem a representar os interesses dominantes das tecnologias. Portanto, é preciso educar nossos alunos para que desconfiem dos interesses ideológicos das tecnologias e promovam dúvida e o questionamento dessas informações. O autor ainda reflete sobre a opressão que a sociedade industrial proporciona, além de fazer uma forte crítica em relação a como a mídia aliena e molda o ser humano e a realidade. Ao mesmo tempo, quando buscamos passar conhecimento de forma técnica para nossos alunos, o autor argumenta que os conhecimentos tecnificados “criam formas de vida e poder que parecem reconciliar as forças que se opõem ao sistema e derrotam ou refutam todos os protestos” (MARCUSE, 1984, p. 22) e uma sociedade tecnificada “destrói o livre desenvolvimento das necessidades e faculdades humanas” (MARCUSE, 1984, p. 20).

Portanto, ao promover a racionalidade crítica por meio do ensino de ciências, buscamos superar a racionalidade técnica na educação, para que formemos cidadãos capazes de analisar, criticar e participar do desenvolvimento de toda nova tecnologia que provém de forças alienantes. Compreendemos que a sala de aula seja um lugar ideal na promoção dessas habilidades nos alunos, como Torres e Solbes (2018, p. 66) destacam:

A ideia de gerar espaços que suscitem o pensamento crítico dos alunos é uma possibilidade de questionar o mundo natural, social e subjetivo para aprender a ver os problemas a partir de uma dimensão multidimensional que permite compreender diferentes pontos de vista. Capacitar mentes abertas a novas ideias, mas submetendo-as a questionamentos constantes, ou seja, questionar, compreender e discutir ideias a partir do diálogo tem como objetivo a constituição e compreensão da vida em sociedade, a partir de posições e ações críticas, pois só o entendimento não gera ações para a resolução dos problemas sociais e ambientais. Devemos participar, negociar e chegar a um acordo comum sobre nossas ações individuais e coletivas e suas consequências para o meio ambiente e para a sobrevivência humana (Tradução nossa).

Desse modo, uma racionalidade crítica nos possibilita formar concepções para a tomada de decisões que nos auxilia a atuar em questões envolvendo desigualdades e injustiças sociais. Então, a criticidade impacta na transmissão de juízos fundamentais, na crítica de argumentos autoritários e discursos dominantes, portanto a ciência nos auxilia na compreensão do mundo para que proporcione um cenário de reflexões éticas e morais para a tomada de decisões. (TORRES; SOLBES, 2018, p. 66)

O exercício da cidadania somente se desenvolverá plenamente em uma sociedade legitimamente democrática, que deve fornecer à maioria dos cidadãos sua participação

efetiva no poder. Embora a participação real ainda seja um ideal que não se tem conseguido plenamente até agora, é necessária a continuação do desenvolvimento de processos de formação que contribuam para o enriquecimento dos sujeitos na constituição de sua cidadania. Para a conquista da sociedade democrática é necessário que os cidadãos possuam conhecimentos básicos sobre o funcionamento da ciência (estruturas conceituais e metodológicas), além de estruturar critérios de julgamento moral e ético para avaliação pública das controvérsias científicas e tecnológicas que se apresentam na sociedade atual. É a partir desse julgamento que os estudantes poderão fazer escolhas de acordo com seus interesses, direitos e deveres. (MARTÍNEZ PÉREZ, 2003, p.60)

Diante das discussões acima, vemos a importância de problematizar o contexto histórico do desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, pois os seus resultados na sociedade se tornaram temas controversos, uma vez que os momentos de crise proporcionaram a busca de soluções rápidas e que, na maioria das vezes, negligenciavam as questões sociais, éticas, políticas, ambientais e morais, além do pleno exercício da cidadania.

2.2 A importância da técnica e da tecnologia em momentos de crise: A Peste Negra, A Segunda Guerra Mundial e a Gripe Espanhola.

Neste item, abordaremos discussões, por meio de um contexto histórico, que estejam relacionadas com a procura de novas tecnologias e técnicas em situações que alterações bruscas afetaram o desenvolvimento da sociedade, ou seja, as crises, como modo de superá-las.

Essas discussões se tornam importantes, pois descrevem as tecnologias e técnicas como instrumentos e formas que possibilitavam a solução de qualquer problema encontrado, porém, ao desenvolvê-las, negligenciavam-se questões essenciais para o nosso desenvolvimento coletivo, e promovia-se a valorização da racionalidade tecnológica frente à racionalidade crítica

2.2.1 A Peste Negra

Durante a Baixa Idade Média (séculos X a XV), o sistema político, social e econômico de maior influência na Europa era o feudalismo. Neste momento, a Idade Média foi considerada como “baixa”, devido à decadência e à crise do sistema feudal causadas pela epidemia denominada Peste Negra, que durou entre os anos de 1347 e 1350.

Segundo Duby (1999, p.81), essa doença era transmitida pelos parasitas existentes nas pulgas dos ratos que viviam comumente entre os humanos, devido às altas atividades agrícolas dentro dos feudos. O autor ainda destaca que a aparição dessa doença veio em consequência das relações entre o comércio europeu com o comércio asiático, uma vez que o organismo dos

europeus não tinha desenvolvido defesas para esta doença, que, conseqüentemente, fez com que a doença se espalhasse rapidamente por toda a Europa.

De acordo com Pellegrini, Dias e Grinberg (2010a, p. 205), as condições de vivência e higiene da população dentro dos feudos eram precárias, agravando no aumento de casos ocasionados pela doença, favorecendo a morte dos infectados em um período de 62 horas.

Essa epidemia foi responsável por gerar grandes conseqüências no sistema feudal, pois foi responsável por dizimar comunidades, desabitando regiões pertencentes tanto ao meio rural quanto às cidades. Além disso, a população sofreu pela escassez de alimentos, acarretando o aumento do custo dos alimentos e ocasionando períodos de fome e fechamento de manufaturas, escolas e universidades (PELLEGRINI; DIAS; GRINBERG, 2010a, p. 205).

Diante de todo esse cenário obscuro ocasionado pela Peste Negra, cada vez mais a sociedade, naquele período, se preocupava em desenvolver técnicas, com o intuito de diminuir os casos de mortes e contágio e garantir segurança para a população. Para Pinto (2005, p.49), os homens inventam, fabricam e criam aparatos por meio da expressão de suas demandas na busca da resolução das contradições com a realidade, e foi neste momento que a crise ocasionada pela peste acarretou a necessidade de garantir o bem-estar social e se tornou um fator primordial no desenvolvimento de novas técnicas.

Segundo Pinto (2005, p. 146-160), a técnica não deve estabelecer sua compreensão partindo da fabricação de aparatos, mas sim de ações humanas e, ao mesmo tempo, a técnica se mostra responsável na ascensão do homem sobre a natureza, pois ele serve-se dela como instrumento responsável a proceder, ou seja, como ponto de partida para a criação de vários instrumentos, modos ou ações provenientes.

Desta forma, não faltaram ações que buscavam minimizar os impactos causados pela peste. DUBY (1999, p. 85) afirma que, naquela época, já existia uma medicina e métodos cirúrgicos de alta qualidade, além da compreensão dos mecanismos de contaminação, como a compreensão de que o ar contaminado era responsável pela propagação de doenças, sendo recomendada a queima de ervas aromáticas nas ruas a fim de diminuir a contaminação.

Todavia, a compreensão de que era necessária a defesa contra as pulgas e melhores métodos de higiene era desconhecida pela sociedade de classes mais baixas, proporcionando maior longevidade às camadas sociais dos mais ricos, portadores de melhores condições de higiene e que conheciam a técnica do isolamento, ou seja, se isolavam em propriedades campestres até terem informações do término da pandemia (DUBY, 1999, p. 86-90).

Existiam autoridades que aconselhavam as populações?

Conservamos registros de deliberações das assembleias municipais nas cidades e nos vilarejos do sul da França, onde já existiam, no século XIV, organismos responsáveis pela vida coletiva. Vemos que os conselhos municipais da época tomaram medidas para lutar contra a invasão da doença. Mas tratava-se, principalmente, de fechar-se atrás dos muros e proibir a entrada dos estrangeiros. (DUBY, 1999, p. 90)

Embora uma pequena parte da sociedade tivesse conhecimento das técnicas de prevenção, enquanto a maior parte não tinha informação alguma, muito pouco se sabia sobre quais os motivos que levaram à adoção delas. As autoridades se preocupavam em repassar informações básicas sobre prevenção e então, as pessoas acabavam em reproduzir ações que poderiam ser ineficazes, caso a higiene e a retenção da população de pulgas não fossem resolvidas.

A Peste Negra finalmente chegou ao seu fim, por meio da implementação das quarentenas e a melhoria nos hábitos de higiene da população. Além disso, desenvolveram a técnica da cremação, colocando fim aos corpos espalhados pela cidade e evitando o contágio. Por último, como as cidades não eram limpas e a água era contaminada, os municípios passaram a ser limpos e houve a implementação de saneamento e tratamento das águas, que se tornaram medidas essenciais para a extinção da epidemia (CHURCHILL, 2020). A partir da discussão acima, podemos concluir que, se não fossem as consequências da Peste Negra, a humanidade não estaria preparada para novas situações envolvendo epidemias como a vivenciada, atualmente, pelo Covid-19, pois as medidas de proteção, mesmo sendo técnicas antigas, foram primordiais para o combate inicial contra a propagação do vírus. Contudo, devido à agilidade dos modos de produção e à adesão de tecnologias e técnicas atualmente, possibilitaram que encontrássemos respostas rápidas para os problemas enfrentados, diferente do contexto vivido pela Peste Negra, que estava inserida em um contexto em que o clero tinha grandes influências que acarretaram um desenvolvimento vagaroso da ciência, da técnica e das tecnologias

2.2.2 A Primeira e A Segunda Guerras Mundiais

Vimos que a Peste Negra proporcionou um grande desenvolvimento das técnicas, uma vez que abalou as camadas econômicas, sociais, políticas e ambientais. Portanto, os momentos em que a humanidade se depara com situações adversas (crises), o desenvolvimento e a procura de novas técnicas tornam-se primordiais para a solução dos problemas.

A Primeira e a Segunda Guerras Mundiais foram acontecimentos históricos que também proporcionaram um desenvolvimento acelerado de técnicas. Segundo Pellegrini, Dias e Grinberg (2010b, p. 118), as motivações que levaram a ocorrência da Segunda Guerra vieram

originárias da Primeira Guerra, dentre elas estavam as disputas imperialistas, por potências da Europa e pela busca e dominação de territórios coloniais. A necessidade dessas disputas foi ocasionada pela Revolução Industrial, na qual o crescimento industrial motivou crises de superprodução, tornando necessária a busca de novos mercados consumidores para os produtos dos países industrializados.

Entre essas potências, a Alemanha estava aumentando sua produção e abrindo concorrência com outras potências.

A Alemanha, por exemplo, após sua unificação em 1871, passou por um grande desenvolvimento industrial, aumentou sua produção de armamentos e investiu nas indústrias químicas, exercendo forte concorrência com os produtos ingleses no mercado europeu. O crescimento militar econômico da Alemanha desagradava outras potências europeias. A própria Inglaterra foi ameaçada quando a Alemanha iniciou o seu projeto de formar uma Marinha Mercante e de guerra capaz de desafiar sua hegemonia. Além disso, duas nações não europeias, os EUA e o Japão, também avançavam no caminho imperialista em suas respectivas áreas de influência na América e na Ásia. (PELLEGRINI; DIAS; GRINBERG, 2010b, p. 56)

Ao mesmo tempo, a tecnologia militar teve grande desenvolvimento, tornando as fronteiras entre as potências áreas militares com armamentos poderosos e, desse modo, configurou-se a chamada “paz armada” proporcionando a busca incansável pela corrida armamentista (PELLEGRINI; DIAS; GRINBERG, 2010b, p. 56). Contudo, pergunta-se: qual o interesse das potências se preocuparem na produção de tecnologias de guerra?

Marcuse (1999, p. 73) destaca que “a tecnologia é uma forma de organizar e perpetuar as relações sociais, uma manifestação do pensamento e dos padrões de comportamento dominantes, um instrumento de controle e dominação”, portanto “a paz armada” tinha o principal intuito de amedrontar as potências vizinhas e organizar as relações entre elas, de modo que quanto maior o desenvolvimento de tecnologias de guerra, maior sua influência dominante perante outras. Contudo, a busca de controle e dominação de territórios coloniais, realizado por potências, com o intuito da recuperação da economia dos países, que foram devastados pela Primeira Grande Guerra, foi, ainda, a grande pauta por ocasionar a Segunda Grande Guerra.

Pela fala de Marcuse acima, podemos inferir que todo tipo de guerra será visto como um instrumento de controle e dominação, porém, embora as guerras possam ser consideradas como uma tecnologia mortífera, elas tornaram possíveis os avanços da ciência e da tecnologia para as gerações subsequentes. Deste modo, é válido afirmar que muitas invenções/aparatos de guerra foram responsáveis pelo ponto de partida para a criação e os estudos de novas técnicas para usos diversificados (PINTO, 2005, p. 160).

Para sustentar a ideia acima, citamos o exemplo da utilização do elemento químico cloro como aparato de guerra. Segundo Rezende (2006), um batalhão alemão comandado pelo ganhador do Prêmio Nobel de Química, Fritz Haber, fez do gás cloro, que ao entrar em contato com as vias respiratórias pode causar asfixia, um aparato primordial por prolongar a Primeira Guerra e dar forças à Alemanha, cuja tropa armada com 730 cilindros do gás, com 100 quilos cada um, promoveu a morte de 10 mil soldados franceses que desconheciam essa técnica de guerra, dando cada vez mais forças para a Alemanha. A descoberta de Haber possibilitou que maiores estudos fossem aprimorados e hoje é responsável pela produção de alimentos ao redor do mundo pela técnica de fixação de amônia pelo nitrogênio do ar, que foi utilizado para a criação de explosivos e para o desenvolvimento de fertilizantes de baixo custo.

Rezende (2006) destaca também que Otto Hahn, sendo outro ganhador do Prêmio Nobel que também realizou ataques às tropas inimigas com gases, foi responsável pelo desenvolvimento de novas tecnologias, descobrindo o processo de fissão nuclear, que mais tarde foi utilizado em projetos para a criação da bomba atômica, na Segunda Guerra e em usinas nucleares.

Já na Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento em massa de tecnologias, técnicas e ciência atingiu seu apogeu. Muitos estudos foram desenvolvidos principalmente pela Alemanha Nazista e por outros países que buscavam conter e derrotar a ameaça alemã.

Com a forma de governo autoritária de Hitler, além de obter em suas mãos os cientistas mais renomados da época, estudos relacionados ao desenvolvimento da ciência e tecnologia eram veementes, mas esse desenvolvimento aconteceu de forma maléfica, por meio da dominação de povos considerados “mais fracos” em relação à raça ariana. Pinto (2005, p. 187) argumenta que a técnica é identificada como a própria ação do homem, e será sempre boa se obtiver maior rendimento na exploração do mundo material, mas que seja praticada em uma forma de regime que proporcione a convivência fraterna, porém o homem faz com que a técnica torne-se má se, em vez disso, ele a aplicar na exploração dos seres humanos por seus semelhantes, como foi feito por Hitler.

Um dos exemplos foi o aprofundamento de estudos, pelos nazistas, sobre as relações entre o tabagismo e o câncer de pulmão. Proctor (1999, p. 59-61) descreve que os estudos e pesquisas envolvendo câncer foram enfatizados por ideais antissemitas e racistas, promovidos por cientistas alemães, comprovando que em povos judeus existiam altas taxas de casos de câncer que foram, conseqüentemente, usados como provas sobre a inferioridade da genética judaica. Desta forma, Hitler não mediu esforços em promover técnicas para a promoção do antitabagismo, e intensificar a higiene racial. Embora as pesquisas envolvendo estudos sobre o

câncer tenham sido lideradas por meio de ideologias de guerra, hoje temos a comprovação dos males causados pelo tabagismo, devido ao desenvolvimento de técnicas e tecnologias nazistas. Desse modo, vemos como a técnica pode promover avanços para a humanidade, porém, para desenvolvê-las, existe a exploração de povos subjugados.

Outros exemplos foram os estudos e desenvolvimentos de bombas atômicas. Essas tecnologias de guerra carregaram um importante significado de poder e dominação, que foi desta forma que os Estados Unidos responderam aos ataques das tropas japonesas à base naval norte-americana de Pearl Harbor, no Havaí.

O estopim para a decisão mais catastrófica da humanidade foi iniciado com a invasão da Indochina francesa pelos japoneses, que estavam fadados pelos planos expansionistas. Tal acontecimento não agradou muito aos EUA, que, como resposta à invasão, impuseram um embargo comercial que privou o Japão de aço e petróleo. O Japão insatisfeito com a decisão dos EUA, propôs ataques à base naval de Pearl Harbor, com o intuito de enfraquecer o país e deixar o caminho livre para a expansão do território japonês (PELLEGRINI; DIAS; GRINBERG, 2010b, p. 123).

Mediante a esse ataque surpresa, os EUA iniciaram uma operação ultra-secreta em um laboratório localizado no Novo México para a realização de estudos aprofundados sobre fissão nuclear para a construção de uma bomba atômica. Depois de vários testes, em 1945, o presidente americano Harry Truman autorizou o lançamento das bombas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, ocasionando o rendimento do Japão, colocando um ponto final na Segunda Guerra e denotando o verdadeiro sentido para a utilização da bomba atômica: uma demonstração de poder (PELLEGRINI; DIAS; GRINBERG, 2010b, p. 127).

Todavia, os estudos sobre as tecnologias nucleares proporcionados pela fabricação da bomba atômica, foram responsáveis por grandes avanços na medicina, como no tratamento de doenças por utilização de radioterapia; na geração de energia elétrica por meio de elementos radioativos como o Urânio; e na agricultura, auxiliando no controle de pragas, na análise interna de plantas e na conservação de alimentos (SANTOS, 2012).

Por meio das discussões acima, o caos ocasionado pelas duas Grandes Guerras, possibilitou que acontecessem avanços em técnicas e tecnologias, que mesmo sendo construídas com o intuito de dominação e destruição, favoreceram os desenvolvimentos de outros aparatos que proporcionaram o bem-estar da humanidade. Nota-se que as duas Grandes Guerras condiziam com a concepção linear de desenvolvimento, pelo motivo que ciência aplicada realizaria alguma finalidade prática e, conseqüentemente, produziria novas

tecnologias. Isso possibilitou que a sociedade olhasse para elas de modo que as tecnologias seriam passíveis da resolução de qualquer problema social.

2.2.3 A Gripe Espanhola

Durante a Primeira Guerra Mundial, a humanidade presenciou não somente o caos que a guerra proporcionou, mas também foi um momento em que, além da luta para conter tropas inimigas, existiu a luta contra um inimigo invisível, uma mutação do vírus *Influenza* (H1N1) que foi responsável por mais de 50 milhões de mortes ao redor do mundo, tendo duração entre a primavera de 1918 e os meses iniciais de 1919.

De acordo com Hays (2005, p. 385), essa pandemia aconteceu por meio de três ondas, sendo a segunda onda a mais devastadora do período de contaminação pelo vírus. Embora não se tivesse conhecimento da origem do vírus, os primeiros casos aconteceram no Kansas, nos Estados Unidos, em seguida atingiu o resto do mundo, principalmente na segunda onda de contaminação.

A principal forma da velocidade de propagação da doença foi devido ao período no qual houve a movimentação em massa de soldados para o continente europeu, tornando o transporte oceânico um dos principais responsáveis pela contaminação. Além disso, a demanda de matéria prima pelas potências europeias promoveu amplas trocas oceânicas entre a Europa e o resto do mundo e o sentimento nacionalista impulsionado pela guerra contribuiu para a realização de comícios, discursos e desfiles regulares, os quais reuniram ainda mais pessoas em multidões contagiosas ocasionando mortes diárias (HAYS, 2005, p. 388).

Devido a todo esse cenário conturbado, como foi a compreensão sobre a Gripe Espanhola naquele momento? Segundo Hays (2005, p. 389-390), o vírus chegou em um momento que a medicina tinha alcançado patamares elevados, como a compreensão dos malefícios dos germes, o princípio e a importância da vacinação e o conhecimento de um agente químico que era responsável no tratamento de pessoas com sífilis. Contudo, existia um certo candidato para a causa da doença, uma bactéria conhecida como bacilo de Pfeiffer, nome dado em homenagem ao bacteriologista alemão Richard Pfeiffer, porém, mais tarde, estudos mostraram que a bactéria não tinha relação alguma com a doença.

As respostas (ou técnicas) para diminuir a contaminação, de início, foram as mesmas adotadas no contágio da peste bubônica, a adoção de quarentenas além de outras formas de prevenção, contudo existiu a resistência de minorias alegando que tais técnicas não eram eficazes.

De acordo com Hays (2005, p. 390-391), as autoridades obrigaram o fechamento de escolas, igrejas e do comércio e obrigou o uso de máscaras que cobriam a boca pela população quando estivesse frequentando locais públicos. Em São Francisco, a utilização de máscaras se tornou uma piada para o público que alegava que não tinha eficácia e, ao mesmo tempo, não era uma medida necessária. Por essa concepção, podemos inferir que a população ainda estava distante dos acontecimentos e das consequências da gripe, uma vez que o domínio da ciência e da tecnologia estava concentrado para uma pequena parcela da população.

Ainda de acordo com o autor, o governo fez uso da técnica de pulverização de fumigação de lugares e objetos que se mostrou eficaz no combate contra o mosquito da febre amarela e da malária, pois ainda se tinha em mente que o causador da doença era proveniente de germes. Outras formas de combater a doença foram a adoção de campanhas contra cuspir em lugares públicos, que era uma característica da época por causa do costume em mastigar tabaco, relacionado a uma atitude saudável, e o controle de poeira em locais públicos. Percebe-se que essas medidas foram tomadas de modo a “tentar” salvar a humanidade a qualquer custo, pois pouco se sabia sobre o causador da doença e como ela se espalhava e contaminava as pessoas.

Os serviços públicos essenciais também foram afetados devido a pandemia ter chegado ao seu maior pico na segunda onda.

A epidemia, portanto, reduziu ainda mais seriamente o número já reduzido de catadores de lixo, agentes funerários e coveiros, numa época em que a demanda pelos serviços dos dois últimos, por exemplo, aumentava dramaticamente. Os governos municipais tiveram sucesso variável na organização da continuação de tais serviços. Uma resposta frequente do governo às epidemias foi a quarentena. A gripe simplesmente se moveu rápida e universalmente demais para ser eficaz, e a maioria das autoridades percebeu isso. Nos Estados Unidos, as bases militares (que haviam sido alguns dos pontos focais originais da epidemia) foram colocadas em quarentena, mas permaneceram como casos especiais. Em outras partes do mundo, as quarentenas só tiveram sucesso onde o isolamento geográfico foi facilmente reforçado. A primeira onda de gripe atingiu a Austrália, mas não a segunda, aparentemente porque o governo australiano operou uma quarentena eficaz. A cidade de Fairbanks, no Alasca, manteve a gripe afastada; o mesmo aconteceu com as ilhas americanas de Samoa. (HOYS, 2005, p. 391. *Tradução nossa*)

A busca pela cura da doença se tornou um fator importante ao passar dos meses, mas todos os esforços realizados pelos profissionais da medicina não tiveram sentido algum, devido ao fato de que estes especialistas buscavam tratar a doença como se fosse proveniente da mesma causa das outras doenças conhecidas anteriormente, das quais obtiveram resultados. Segundo Hays (2005, p. 392):

Profissionais médicos na Europa e na América do Norte abordaram a pandemia com confiança, mas suas medidas foram em grande parte inúteis. Uma variedade de

vacinas e antitoxinas foram preparadas, algumas com grande alarde, mas nenhuma com efeito. Os médicos recomendaram a aplicação liberal de substâncias anti-sépticas em pessoas e lugares. Muitas outras terapias tradicionais ainda eram tentadas, especialmente os compostos de arsênico, que eram populares para doenças desde o século XVI, e o quinino, que funcionava tão bem contra a malária. Seu uso refletia a convicção de que remédios químicos podiam ser encontrados, uma crença que ganhou força após o desenvolvimento de Paul Ehrlich de um remédio específico preparado quimicamente para a sífilis nos anos pouco antes da guerra (*Tradução nossa*).

A Gripe Espanhola possibilitou um intenso momento de pós-verdade que tem como principal objetivo desorientar um indivíduo na formulação de conhecimentos e formação de opinião (DE PAULA; DA SILVA; BLANCO, 2018), adotando medidas de prevenção das quais não existiam fatos ou comprovações para tais atitudes, uma vez que não existia o conhecimento do real causador da doença, que foi descoberto apenas em 1933, aproximadamente 13 anos após o surto da doença. Técnicas que iam da inalação com vapor de eucalipto se tornaram populares como possível preventivo da doença, e até beber água com pequenos pedaços com trechos do alcorão, considerado como remédio na Nigéria, que eram liderados por convicções religiosas sobre as verdadeiras causas da pandemia (HAYS, 2005, p. 393).

Por essas afirmações, é possível notar quão próxima a Gripe Espanhola está do contexto atual sobre a pandemia ocasionada pela Covid – 19. Similaridades que mostram a necessidade em promover uma educação para e com as tecnologias, na qual possa preparar a sociedade para participar no desenvolvimento e nas tomadas de decisões sobre ciência e tecnologia.

2.3 Um olhar sobre a técnica no Brasil

2.3.1 A Revolta da Vacina e a importância da participação pública frente às novas tecnologias

Um dos problemas inesperados trazidos pela pandemia da Covid – 19 no Brasil, foi a discussão envolvendo a eficácia das vacinas produzidas por diferentes empresas. Embora discutiremos esse fato no item 2.5, buscaremos dar ênfase a essa situação, com o intuito de argumentar que esses acontecimentos não são atuais e tiveram relevância na história e no desenvolvimento do Brasil, pois envolveram divergências entre a necessidade de aplicação de uma nova tecnologia (a vacina) e a resposta da população frente ao desconhecimento das possíveis consequências pela inserção da mesma.

A revolta da vacina foi uma manifestação de caráter popular que envolvia a insatisfação das pessoas, devido às ações tomadas perante a necessidade da vacinação, o autoritarismo, e a falta de conhecimento da população sobre os benefícios das vacinas na cidade do Rio de Janeiro, em meados de 1904. De acordo com Porto (2003), o Rio de Janeiro passava por um momento

de preocupações sanitárias e doenças como febre amarela, varíola, cólera, entre outras que causavam surtos nas cidades e, para controlar tal situação, o governo do presidente Rodrigues Alves buscou medidas drásticas no combate de epidemias, como também no processo de urbanização da cidade.

Deste modo, com o intuito de tornar a cidade de acordo com os modelos de urbanização parisienses, cortiços e casebres foram demolidos a fim de construir grandes avenidas, o que deixou uma grande parcela da população sem moradias e, como solução, as pessoas buscaram refúgios em locais distantes do centro da cidade, proporcionando a expansão das favelas (PORTO, 2003).

Crencêncio (2008) afirma que os casos de peste bubônica e febre amarela estavam moderados, mas, em 1904, os casos de varíola começaram a aumentar. Com a necessidade de erradicar a doença, Oswaldo Cruz, que assumiu como ministro da saúde da Diretoria Geral da Saúde Pública (DGSP), instituiu, de forma autoritária, uma lei que previa a vacinação obrigatória, aprovada em 31 de outubro de 1904, foi responsável por causar revolta na população que foi contra a nova condição, contribuindo para que Cruz acabasse tomando medidas drásticas para alcançar seus objetivos.

Ciente da resistência da opinião pública, [Cruz] montou uma campanha em moldes militares. Dividiu a cidade em distritos, criou uma polícia sanitária com poder para desinfetar casas, caçar ratos e matar mosquitos. Com a imposição da vacinação obrigatória, as brigadas sanitárias entravam nas casas e vacinavam as pessoas à força. Isso causou uma repulsa pela maneira como foi feita. A maioria da população ainda desconhecia e temia os efeitos que a injeção de líquidos desconhecidos poderia causar no corpo das pessoas. Setores de oposição ao governo gritaram contra as medidas autoritárias. Quase toda a imprensa ficou contra Oswaldo Cruz, ridicularizando seus atos com charges e artigos. (PORTO, 2003, p.54)

Também, outras medidas foram tomadas para que a população não escapasse da vacinação obrigatória que, após a aprovação da lei, impossibilitou que os cidadãos que não aceitassem ser vacinados seriam impedidos de se matricular em escolas, ter vínculo empregatício formal e não formal, viagens, voto, casamento, entre outros direitos desde que não apresentassem a devida prova de vacinação (CRESCÊNCIO, 2008).

Assim, a revolta da vacina se tornou um exemplo de movimento popular no Brasil contra as imposições de camadas superiores, as quais tinham interesses econômicos e políticos, e deixou um legado importante frente ao envolvimento da sociedade em relação às ações de saúde pública e à eficácia de vacinas. Embora esse momento histórico tenha terminado com saldos de mortes e destruição, foi um movimento que destacou a importância da participação pública em

decisões frente às novas tecnologias, que, ao mesmo tempo, auxiliam na consolidação da democracia e da cidadania.

No item 2.5, relacionaremos todo o conteúdo discutido até o momento com o intuito de compreender a história do mundo com o contexto atual frente ao desenvolvimento de “novas” tecnologias em momentos em que o mundo se depara com situações que devem ter uma solução rápida e eficaz.

2.4 A Fetichização da técnica

Segundo Harvey (2003), o fetiche pelas tecnologias ganhou força quando a humanidade atribuiu a elas poderes dos quais não possuem, como a habilidade de encontrar soluções para os problemas sociais, manter a estagnação da economia e providenciar um padrão de vida elevado. Consequentemente, ao atribuir esses poderes, temos o alavancar da crença de que as tecnologias proverão soluções para todos os tipos de problemas, mesmo que sejam de formas benéficas ou desastrosas, provocando mudanças na vida social.

Segundo Kellner (1984), Marcuse denomina o fetiche da técnica como necessidades falsas. Essas falsas necessidades da sociedade industrial surgem de modo que o homem seja prisioneiro da sua própria produção, e todas as relações entre as pessoas ocorrem por meio das mercadorias.

Marcuse [...] argumenta que as necessidades consumistas e conformistas ajudam a integrar a classe trabalhadora na sociedade capitalista. Embora ele afirme que todas as necessidades humanas são históricas e pré-condicionadas pelas instituições e interesses dominantes, Marcuse acredita que é crucial a distinção entre *necessidades verdadeiras*, que são essenciais para a sobrevivência humana e bem-estar, e *necessidades falsas* que são sobrepostas no indivíduo por particulares interesses sociais: as necessidades que perpetuam a labuta, agressividade, miséria e injustiça. Falsas necessidades, para Marcuse, são artificiais e heterônomas: são impostas de fora sobre o indivíduo por interesses manipuladores. (KELLNER, 1984, p. 244)

Desse modo, as pessoas “encontram sua alma em seus automóveis, casa em patamares, utensílios de cozinha. O próprio mecanismo que ata o indivíduo à sua sociedade mudou, e o controle social está ancorado nas novas necessidades que ela produziu” (MARCUSE, 1973, p. 29-30), promovendo, ainda de acordo com o autor, uma falsa consciência, pois os meios de informação (publicidade e propaganda) garantem qualidades exuberantes para as técnicas e as tecnologias, uma vez que determinam suprimir as necessidades das pessoas, contudo esses meios de informação procuram não vender o real da mercadoria, apenas sua imagem.

A nossa insistência na profundidade e eficácia desses controles é passível da objeção de que superestimamos grandemente o poder de doutrinação dos "meios de informação" e de que as pessoas sentiriam e satisfariam por si as necessidades que

lhes são agora impostas. A objeção foge ao âmago da questão. O recondicionamento não começa com a produção em massa de rádio e televisão e com a centralização de seu controle. As criaturas entram nessa fase já sendo de há muito receptáculos pré-condicionados; a diferença decisiva está no aplanamento do contraste (ou conflito) entre as necessidades dadas e as possíveis, entre as satisfeitas e as insatisfeitas. Aí, a chamada igualação das distinções de classe revela sua função ideológica. Se o trabalhador e seu patrão assistem ao mesmo programa de televisão e visitam os mesmos pontos pitorescos, se a datilógrafa se apresenta tão atraentemente pintada quanto a filha do patrão, se o negro possui um Cadillac, se todos leem o mesmo jornal, essa assimilação não indica o desaparecimento de classes, mas a extensão com que as necessidades e satisfações que servem à preservação do Estabelecimento é compartilhada pela população subjacente. (MARCUSE, 1973, p. 29)

Contudo, de acordo com essas premissas, podemos realmente acreditar que, ao buscar o desenvolvimento de um novo aparato tecnológico, a sociedade será agraciada com um bem-estar social e coletivo como proposto no modelo de desenvolvimento linear? Harvey (2003) baseia-se no exemplo do uso de usinas nucleares que, embora dependam de um conhecimento científico aprofundado, existe a demanda de uma crença em que a forma que a energia é gerada seja uma boa ideia. Para isso, é necessário que existam formas centralizadas e hierárquicas de tomadas de decisões sobre essa tecnologia, o que exclui a participação democrática sobre quais as consequências de sua aplicação com relação à sociedade e à natureza.

Por um lado, a eficiência energética deste tipo de usina é excelente, produz energia limpa, demanda pouco espaço para sua instalação e não prejudica o ambiente ao seu redor, por outro lado, temos a preocupação da forma com que os resíduos nucleares são descartados e a longa duração para sua degradação, pois de acordo com Oliveira et al (2016), uma usina termonuclear produz 30 toneladas em resíduos, comprometendo as gerações futuras em relação ao modo que esses resíduos serão descartados, além dos sérios riscos que envolvem o vazamento e a exposição a esses materiais. O autor também destaca que, no fim de sua vida útil, as termoelétricas precisam de reparos custosos e, caso não existam os devidos cuidados, podem levar a consequências graves.

Mesmo com todos os riscos e os reparos custosos com o passar da vida útil de uma termoelétrica, Oliveira et al. (2016) destacam que ainda existem concepções em prol da defesa deste tipo de usina, dando visibilidade apenas para concepções positivas sobre elas, mesmo não sendo totalmente verdadeiras. Portanto, vemos como é necessária a participação democrática nas decisões sobre tecnologias, somos impossibilitados de opinar criticamente sobre a viabilidade da mesma.

Além disso, temos a imensa necessidade do mercado em relação à inovação de novos produtos tecnológicos de forma desenfreada, o que também contribui para o fetiche tecnológico. Harvey (2003) exemplifica como isso acontece:

Marx dá uma explicação material muito simples de como os capitalistas individuais podem fetichizar a tecnologia. Imagine um mercado perfeito no qual muitos capitalistas individuais estão travados em uma luta competitiva de forma que ninguém possa efetivamente influenciar o preço de mercado. O preço médio da mercadoria depende da produtividade média, e o lucro a ser obtido não é uma relação tecnológica, mas depende da relação social entre capital e trabalho, e é afetado por uma ampla variedade de fatores, incluindo a luta de classes. Mas o capitalista individual pode vender pelo valor médio de mercado (fixado pela produtividade média) e produzir em um nível individual de produtividade mais alto. Dessa forma, os capitalistas com tecnologias superiores podem esperar obter lucros excedentes em relação à média social. É provável que esse lucro excedente seja efêmero, uma vez que outros capitalistas são livres para adotar uma tecnologia semelhante. O efeito geral é elevar a produtividade média da indústria e diminuir o valor médio da mercadoria produzida. Isso corresponde à experiência de que novos produtos (leitores de DVD, relógios, etc.) normalmente se tornam relativamente mais baratos com o tempo, à medida que a produtividade aumenta (tradução nossa).

Dessa forma, a necessidade de invenção de tecnologias superiores, que na maioria das vezes são apenas aprimoramentos de tecnologias antigas, vem carregada com valores capitalistas como forma de alcançar maior lucro econômico em um curto período. Portanto, a tecnologia se determina ultrapassada, volta-se ao ciclo de produção inicial, mas carregada de novas modificações, o que acarreta a promoção da visão fantasiosa desses produtos por meio de propagandas e persuasão, tornando o consumidor apenas agente passivo de todo processo de produção do produto. É importante destacar que, quando abordamos o termo inovação tecnológica, ele pode acontecer de uma forma radical ou incremental. Quando a inovação tecnológica é radical, entende-se como a introdução de um de um novo aparato, possibilitando que esse aparato rompa com um padrão tecnológico superior, originando novos meios de serviços, indústrias ou mercados. Já a inovação incremental, apresenta qualquer forma de melhoria em produtos, modos de produção sem a necessidade do rompimento de padrões tecnológicos anteriores. (LORENZETTI et al., 2012, p. 434)

A todo esse fetiche da tecnologia, destaca-se também as guerras que acontecem quando grandes potências buscam resolver problemas geopolíticos. As Guerras possibilitam grande inovação tecnológica, sejam boas ou más, em vários âmbitos, como discutido na seção 2.2, uma vez que um dos seus objetivos é garantir a supremacia e suposta resolução dos problemas encontrados. Por conseguinte, as guerras carregam a influência da racionalidade tecnológica, pois procuram criar aparatos com agilidade e eficiência para alcançar algum objetivo, sem se preocupar com os aspectos éticos e morais e negligenciando a racionalidade crítica perante as consequências da busca de resolução dos problemas sociais por meio das guerras.

2.5 O contexto atual – Covid 19

A mídia tem contribuído tanto de forma positiva quanto de forma negativa para a disseminação de notícias envolvendo desde o andamento do desenvolvimento e aplicação da vacina quanto o espalhamento de informações falsas como, por exemplo, métodos de prevenção contra o coronavírus. A absorção dessas notícias pode gerar um contexto controverso para cidadãos que tenham ou não formação científico-tecnológica, uma vez que possibilita na construção de argumentos adversos sem embasamento teórico, principalmente influenciado pela mídia, por parte de alguns, enquanto outros buscam salientar a importância de um conhecimento científico e tecnológico para a construção de argumentos.

Mas antes de adentrarmos sobre essas discussões, buscaremos compreender as relações que a pandemia atual tem com os tópicos discutidos anteriormente: a Peste Negra, a Primeira e Segunda Guerras Mundiais, a gripe espanhola e as discussões sobre a fetichização da técnica.

Ao começar a primeira onda de contágio do coronavírus, medidas sanitárias e políticas aliadas às tecnologias e à ciência foram necessárias para diminuir os casos e garantir a vida e o bem-estar das pessoas. Como nos ocorridos causados pela peste negra, a adoção das quarentenas foi a primeira técnica, embora antiga, para a diminuição dos casos, além da utilização de máscaras faciais e álcool em gel. Contudo, podemos destacar que a adoção dessas técnicas e tecnologias não estava ao alcance de todas as pessoas, algumas eram privilegiadas pelas medidas adotadas, e outras precisavam encarar o caos, pois adotar a quarentena não seria uma forma viável de garantir as necessidades básicas de uma família sem o devido apoio das autoridades.

Magenta (2020), ao relatar o aumento dos casos de contágio pelo coronavírus em Manaus, afirma que devido ao fato de uma grande parcela da população dessa cidade viver em favelas, depender de transportes públicos, trabalhos informais, além de morar em residências compostas por mais de três pessoas, sem a possibilidade de adotar as medidas de segurança e distanciamento social, essa foi a parcela da sociedade que mais sofreu e mais morreu com a pandemia. A mesma situação aconteceu no contexto da Peste Negra discutida anteriormente, uma vez que o isolamento era válido para as pessoas mais ricas enquanto os pobres e os camponeses não tinham outra opção, além de enfrentar a situação para promover o bem-estar das pessoas mais favorecidas. Estas situações mostram que o isolamento social não é uma técnica viável na luta por manter a vida, pois não atinge a sociedade por completo e promove desigualdades.

Em momentos em que passamos por crises, a necessidade de uma resposta rápida para a solução dos problemas promove uma busca incansável por melhorias. Os fatores éticos, morais, científicos, econômicos e tecnológicos são abalados, pois existe a necessidade do equilíbrio entre estes fatores para certa decisão obter sucesso. Quando discutimos sobre os impactos das Primeira e da Segunda Grandes Guerras, percebemos que alguns desses fatores foram deixados de lado pelas autoridades a fim de alcançar objetivos específicos de uma nação. As guerras corroboram para a progressão da ciência e tecnologia e causam a destruição de sociedades, como a construção de bombas atômicas que contribuíram para o desenvolvimento de outras ciências e tecnologias, mas, para isso, a vida de pessoas foi colocada em risco para tal.

Antes de traçarmos uma guerra contra um inimigo invisível, foi necessário vermos os impactos e a destruição deixados por ele para tomarmos medidas preventivas com o intuito de salvar a humanidade. A procura de uma vacina se tornou o holofote, uma vez que as consequências provocadas pelo vírus têm sido devastadoras. Tivemos um recorde na história em relação ao tempo da produção de uma vacina, devido à emergência em se garantir saúde e recuperação da economia mundial. De acordo com Cardoso (2021), o fator que justifica a velocidade da produção da vacina foi o grande investimento por parte de potências mundiais que auxiliaram no aperfeiçoamento de uma técnica de imunização inovadora, diferente das técnicas que conhecemos atualmente.

Mas as vacinas não ficaram afastadas de comentários que envolviam sua eficácia e sobre quem era responsável pela sua produção. De acordo com o jornal online G1 (2021), as pessoas têm se preocupado em se imunizar com vacinas produzidas por empresas específicas, negligenciando as oriundas de produções nacionais. Deste modo, vemos a fetichização das vacinas, pois existe a valorização de tecnologias oriundas de grandes potências que, por uma concepção de vacinas sem embasamento científico, colaborou para que as pessoas atribuíssem qualidades superiores para vacinas de marcas internacionais.

Além disso, não faltaram momentos de pós-verdade que têm como principal objetivo desorientar um indivíduo na formulação de conhecimentos e formação de opinião (DE PAULA; DA SILVA; BLANCO, 2018) na pandemia. Ferreira (2021), destaca como a pós-verdade foi perigosa no contexto da Covid-19, pois uma parcela da sociedade não tem dado ênfase às pesquisas, estudos, depoimentos de profissionais da saúde e, sobretudo o jornalismo, “para acreditarem naquilo que pensam ou então para acreditarem em pessoas que falam o que elas pensam”. Ainda de acordo com a autora, a outra parte da população

[...]voltou a consumir jornalismo sério e de qualidade e, se não fosse o jornalismo, através do exercício da profissão, muitos, desde que começou a pandemia, acreditariam em Kit Covid, cloroquina, ivermectina, receitas caseiras que funcionam como vacina, entre outras ditas pelo atual presidente da República e disseminadas por pessoas que no seu discurso acreditam. Paralelamente, o jornalismo está aí para mostrar o quão importante é e o quão importante são os fatos, pois independente das opiniões e crenças pessoais, eles existem. (FERREIRA, 2021, online)

A pandemia da Covid-19 proporcionou a existência e a preocupação da formação científica e tecnológica dos indivíduos de forma a contribuir para suas tomadas de decisões, desenvolvimento de sua racionalidade crítica, para combater ideais que não estejam pautados em conhecimentos científicos e tecnológicos.

2.6 A necessidade da formação científica e tecnológica por meio da educação CTS: a importância da ação sociopolítica nas decisões das tecnologias

Neste capítulo, abordaremos como a temática sobre tecnologias e técnicas por meio dos estudos CTS contribuem para despertar a racionalidade crítica dos estudantes frente as decisões das técnicas e tecnologias. Ao mesmo tempo, buscaremos fazer relações de como elas se relacionam com acontecimentos históricos e como a temática é abordada nos currículos brasileiros por meio dos estudos CTS.

2.6.1 O desenvolvimento de tecnologias e impactos socioambientais

A preocupação em desenvolver aparatos tecnológicos não somente teve a intenção de garantir certa facilidade para a vivência no mundo, como também veio carregada com a concepção sobre o que fazer com os homens e as coisas em relação ao alcance dos seus interesses próprios, ou seja, a utilização da técnica como instrumento de dominação (HABERMAS, 1968, p. 47).

Em momentos de crise, como discutido, existe uma grande demanda para a criação de tecnologias, com o intuito de conter o caos gerado por meio supremacia de certos grupos em relação a outros. Voltamos a relacionar o exemplo, para essa discussão, os acontecimentos proporcionados pela Segunda Guerra Mundial, dando ênfase para os impactos socioambientais ocasionados pela construção da bomba atômica.

A produção exacerbada de tecnologia bélica trouxe, por meio do poder e da violência, a dominação de grupos sociais por outros, tendo como exemplo a criação da bomba atômica, na qual os Estado Unidos da América, com o intuito de responder aos ataques do Japão aos

portos americanos, fizeram uso dessa tecnologia para destruir e amedrontar seus inimigos para aterrorizá-los e obrigando-os a se render por meio da violência em massa que a bomba atômica trazia consigo (BRISKIEVICZ, 2019).

A necessidade da construção de uma bomba de destruição em larga escala surgiu de uma carta escrita por Albert Einstein, na qual buscava promover um estudo aprofundado do elemento Urânio, pois ele poderia ser uma excelente opção de fonte de energia para o futuro (KRAGH, 2002, p. 265). Após essa afirmação e com os acontecimentos provenientes da Grande Guerra, foram intensificados os estudos para extração do elemento Urânio-235, garantindo um desenvolvimento na ciência, por meio da bomba atômica, em relação aos estudos de partículas. Embora o desenvolvimento da bomba atômica tenha sido uma tecnologia que proporcionou avanços para a ciência, os aspectos éticos, morais, sociais, e ambientais foram negligenciados, pois o poder dominante agregado às tecnologias era sobreposto a todos esses aspectos.

Conforme Pinto (2005), uma certa tecnologia é responsável pela criação de outra tecnologia, na qual essa é criada para substituir as deficiências da criada anteriormente. Neste caso, podemos compreender que as leis se constituem de caráter tecnológico, uma vez que são elaboradas a todo momento buscando soluções para a sociedade. Em relação aos estragos proporcionados pela Segunda Guerra Mundial e em destaque às bombas atômicas, a Declaração Universal de Direitos Humanos (DUDH) foi criada para determinar os direitos básicos que todo ser humano possui, independente da raça, religião, posição social, gênero etc. evitando que situações similares à Grande Guerra voltassem a acontecer (LAFER, 1995).

Além das questões sociais, as questões ambientais também são importantes nesse contexto, pois o aprofundamento dos estudos sobre energia nuclear possibilitou o interesse na produção de energia elétrica por meio de elementos radioativos. Merçon e Quadrat (2004) destacam que a construção das usinas nucleares proporcionou vantagens, pois não necessitavam de espaço geográfico, como as hidrelétricas, e não poluíam a atmosfera, como as termelétricas, além de produzir quantidade considerável de energia elétrica, porém os riscos de acidentes eram grandes e a necessidade de manutenção diária eram custosos.

Assim como a bomba atômica, as usinas nucleares foram responsáveis por muitos impactos ambientais e sociais, como o acontecimento de Chernobyl em que um incêndio em um dos reatores da usina causou a dispersão de material radioativo no ambiente e nos seres humanos, causando problemas irreparáveis. Devido a esses acontecimentos, a cidade precisou ser evacuada, deixando muitas pessoas doentes e, ao mesmo tempo, sem moradias, além da destruição ambiental. É válido destacar que até o final do século XX, existiam mais de 130 mil toneladas de lixo nuclear sem destino, pois os produtos utilizados pelas usinas nucleares não

tinham um tratamento seguro de descarte, acarretando a sua permanência no ambiente por anos e até que sua taxa de emissão de radiação alcance níveis toleráveis (MENÇOR; QUADRAT, 2004).

2.6.2 O tema tecnologias no ensino de Ciências de acordo com a educação CTS

A Educação CTS no ensino fundamental, em especial para os anos finais (de 5º a 9º anos), apresenta o quão importante é a educação científica e tecnológica para que o aluno possa se inserir no mundo em que vive. O Currículo Paulista tem levado em consideração a necessidade da formação dos cidadãos, por meio dos estudos CTS, para a investigação e compreensão de processos e fenômenos científicos para que eles possam agir e se posicionar de modo crítico e reflexivo em diversas situações que envolvam debates relacionados à ciência, tecnologia e sociedade (SÃO PAULO, 2019, p. 375)

Para o alcance dessa formação, o Currículo Paulista se organiza por meio de habilidades e unidades temáticas para nortear o professor a preparar estratégias pedagógicas, buscando trazer possibilidades diferenciadas e contextualizadas em sua aplicação prática. Para isso, a unidade temática “Matéria e Energia” tem potencialidades para a abordagem do tema tecnologias, pois o seu objetivo é proporcionar conhecimentos aos alunos sobre os materiais e as suas transformações, exploração dos variados tipos de fontes de energia e suas implicações na vida cotidiana de modo contextualizado, possibilitando que os estudantes construam modelos explicativos e se apoiem no conhecimento científico para explicar, avaliar e refletir sobre consumo de recursos e hábitos sustentáveis (SÃO PAULO, 2019, p. 376-377).

Todavia, o Currículo Paulista tem se preocupado com a inserção dos alunos no mundo das tecnologias digitais, por meio da disciplina Tecnologia e Inovação, de modo que eles possam adquirir habilidades para conseguirem utilizá-las. O objetivo do componente Tecnologia e Inovação busca compreender como articular as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação, Letramento digital e Pensamento Computacional para auxiliar os estudantes em como interferir de maneira ética e criativa na sociedade em que vive (SÃO PAULO, 2019) e não auxilia o aluno a ter um olhar crítico sobre como essas tecnologias são inseridas na sociedade.

Por outro lado, podemos encontrar nas Diretrizes Curriculares Nacionais, para o Ensino Médio de 1998, objetivos da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que expressam as necessidades dos estudos das relações CTS:

- i) Entender a relação entre o desenvolvimento das ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar.
- j) Entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.
- l) Aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida. (BRASIL, 1998, p. 5-6).

Já nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, existem as seguintes caracterizações que expressam objetivos compatíveis com a educação CTS:

Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional. (BRASIL, 2000, p. 6-7).

De acordo com Geremias e Cassiani (2016, p.744-745), “alguns pesquisadores criticam a pouca atenção dada ao campo tecnológico na Educação CTS”, e as possíveis explicações para esse fato é a introdução da ECTS diretamente no ensino de ciências com foco nas relações entre ciência e sociedade e deixando o termo Tecnologia fora dos estudos, e também pela interpretação e compreensão das tecnologias como ciência aplicada e artefatos e TICs.

Conforme Layton (1998), é preciso revalorizar a tecnologia nas abordagens CTS, reconhecendo-a como um campo específico de conhecimento, não subordinado à ciência. Na sua acepção, a tecnologia é um componente fundamental para a formação geral dos estudantes por ser um tema transversal, presente em todas as práticas sociais. (GEREMIAS; CASSIANI, 2016, p. 745)

Ao trabalhar a temática tecnologias no ensino de ciências, julgamos a existência de potencialidades para contribuir para o ensino de ciências e formação científica e tecnológica, pois o ensino de ciências envolve aspectos relacionados com o ambiente, a sociedade, a ciência, a tecnologia, os aspectos éticos e morais. Ao introduzir esse tema, buscamos superar os métodos tradicionais de ensino, que, segundo Santos (2011, p. 28-29), a educação CTS promove discussões acerca do papel e implicações da sociedade sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos que contribuem para a formação científica-tecnológica do cidadão, por meio do olhar crítico sobre os desenvolvimentos da ciência e a tecnologia. Esse tema, por ser constituído de aspectos morais, éticos, científicos, políticos, tecnológicos, pode proporcionar um espírito crítico nos alunos por meio de uma questão sociocientífica (QSC), que permite uma participação mais ativa dos alunos, pois envolve discussões, pensamento crítico, debates,

(re)construção de opiniões, e que, por isso, enriquece seu crescimento pessoal e social preparando-os para viver em sociedade e contribui para a formação científica e humanística de alunos e professores (PÉREZ, 2012; HODSON, 2011).

Por meio do ensino de ciências por um viés CTS, buscamos libertar o indivíduo de uma visão de mundo reducionista, uma vez que “[...] uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 9).

Ao trabalhar as tecnologias por meio de uma QSC, o professor poderá inovar na sua prática pedagógica, buscando trazer a realidade dos alunos para dentro da sala de aula permitindo que eles se apropriem do conhecimento, e possibilitando dar voz aos alunos contribuindo para a formação de jovens participativos e questionadores da sua realidade.

Por meio das discussões acima, acreditamos que ao se discutir as tecnologias por meio de uma QSC, na perspectiva CTS, podemos educar os alunos de forma científica e tecnológica que contribua para o posicionamento crítico do aluno além de sua responsabilidade coletiva e individual sobre as decisões das tecnologias. Com uma proposta de ensino com base na QSC, pretendemos mobilizar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais para contribuir com a ação e formação dos alunos, uma vez que esse tema é atual, está em constantes mudanças e controverso e que proporciona conhecimentos distintos.

Dessa forma, as técnicas aparecem como instrumentos que são compreendidos como formas ou um conjunto de ações humanas, e não de fabricação de coisas, uma vez que ela se mostra como um processo histórico da criação humana (PINTO, 2005, p. 138). As técnicas são necessárias, pois buscam facilitar a vivência humana por meio da resolução de contradições impostas pela natureza, como, por exemplo, as técnicas de caça, trabalho, manipulação de alimentos, entre outros.

Quando a técnica é responsável pela produção de um aparato, temos então a tecnologia. Marcuse (1999, p. 73) a define como um processo social, ou como um modo de produção, sendo capaz de organizar, perpetuar ou modificar as relações sociais e podendo, também, ser um aparato de controle e dominação. Portanto, a tecnologia não é um instrumento neutro, uma vez que está inserida no contexto social, podendo produzir, fazer, construir, organizar e desorganizar a vida por meio de interesses de classes dominantes. Devido a isso, a tecnologia pode ter interesses duvidosos quanto ao seu uso, mas, mesmo assim, é vista como um agente capaz de levar a resolução de qualquer problema e conflito com a natureza e com os seres humanos.

À essa concepção dada para a tecnologia, denomina-se racionalidade tecnológica. Quando o desenvolvimento de novas tecnologias é feito de forma acelerada, o homem deixa de se preocupar sobre quais os possíveis impactos no mundo as tecnologias poderão proporcionar, negligenciando sua capacidade de questionar e criticar, prevalecendo a racionalidade tecnológica sobre a racionalidade crítica. Nos preocupamos em trabalhar essa temática, pois buscamos educar o cidadão de forma científica e tecnológica para que ele possa construir sua racionalidade crítica e se preocupe em compreender, questionar e tomar decisões, com base em seus conhecimentos científicos, sobre os impactos e interesses das técnicas e tecnologias.

3. METODOLOGIA

Por meio de um olhar crítico sobre o modelo linear de desenvolvimento, vemos a necessidade de formar os alunos científica e tecnologicamente para que eles possam ter participação ativa no desenvolvimento e na inserção de novas técnicas e tecnologias na sociedade. Compreendemos que a educação CTS possa contribuir para a construção do senso crítico dos alunos, uma vez que, de acordo com Miller (2004, p.283), os resultados das pesquisas científicas são vistos pela população apenas como produtos e, desta forma, torna-se importante que os indivíduos compreendam a conexão entre os produtos que usam e as pesquisas científicas que levam à criação dos mesmos e como esses produtos impactam na vida humana.

Essas discussões possibilitam com que norteemos nossos estudos por meio das seguintes questões: (a) De que maneira podemos promover a educação para e com as tecnologias para que ela contribua para a formação científica e tecnológica do cidadão e quais elementos podem expressar os processos formativos dos alunos a partir da educação CTS? (b) E quais as contribuições e limites de uma proposta de sequência didática, elaborada por meio da educação CTS e das questões sociocientíficas, para o ensino de tecnologias e para a compreensão e participação dos sujeitos em temas de ciência e tecnologia?

3.1 Tipo de Pesquisa

A metodologia de pesquisa a ser utilizada neste trabalho será a pesquisa-participante (PP). De acordo com Malheiros (2011, p.110), esse tipo de pesquisa tem um grande destaque no âmbito educacional, pois o trabalho que se pretende elaborar é um método de ensino, ou

seja, um ato de educar. Ao mesmo tempo, o autor (idem, p. 111) afirma que a pesquisa-participante possibilita o pesquisador a compreender os eventos que estão inseridos nos problemas nos quais estamos estudando e, conseqüentemente, eles irão se concretizar por meio de uma solução para eles por modo dialético.

De acordo com Hall (1981, p.7-8), a PP tem a característica de ser uma atividade integrada, pois combina o trabalho educacional, investigação social e a ação. O autor considera algumas características essenciais para esse tipo de pesquisa:

- a) o problema se origina na comunidade ou no próprio local de trabalho;
- b) A finalidade última da pesquisa é a transformação estrutural fundamental e a melhoria de vida dos envolvidos. Os beneficiários são os trabalhadores ou o povo atingido;
- c) A PP envolve o povo no local de trabalho ou a comunidade no controle do processo inteiro de pesquisa[...];
- e) é central para a PP o papel de reforço à conscientização no povo de suas próprias habilidades e recursos, e o apoio à mobilização e à organização;
- f) O termo "pesquisador" pode referir-se tanto à comunidade ou às pessoas envolvidas no local de trabalho, como aqueles com treinamento especializado;
- g) Embora aqueles com saber/treinamento especializado muitas vezes provenham de fora da situação, são participantes comprometidos e aprendizes num processo que conduz mais à militância, do que ao distanciamento. (HALL, 1981, p.7-8 apud DEMO, 2011, p. 77)

Hall (1992, p. 16) afirma que a PP é um modo de ação social que se predispõe a favor de povos dominados, explorados, pobres e, também, grupos ignorados que, por meio das características citadas, a pesquisa participante possibilita dar poder a essa camada social, por meio do processo de aquisição de conhecimento e/ou educação, e contribuindo para a transformação social (DEMO, 2011, p. 78).

Em colaboração com as ideias de Hall, Tandon (1981, p.24-26) explora outras características da PP, com foco na participação da população por todo o processo de pesquisa:

- a) É um processo de "conhecer e agir". A população engajada na PP simultaneamente aumenta seu entendimento e conhecimento de uma situação particular, bem como parte para uma ação de mudança em seu benefício".
- b) É iniciada na realidade concreta que os marginalizados pretendem mudar. Gira em torno de um problema existente. Caso haja consciência suficiente, a própria população inicia o processo e pode até mesmo dispensar o perito externo. Mas, ainda começando pelo perito, o envolvimento da população é essencial.
- c) Variam a extensão e a natureza da participação. No caso ideal, a população participa do processo inteiro: proposta de pesquisa, coleta de dados, análise, planejamento, e intervenção na realidade.
- d) A população deve ter o controle do processo.
- e) Tenta-se eliminar ou pelo menos reduzir as limitações da pesquisa tradicional. Pode empregar métodos tradicionais na coleta de dados, mas enfatiza posturas qualitativas e hermenêuticas, e a comunicação interpessoal.
- f) É um processo coletivo.
- g) É uma experiência educativa. (TANDON, 1981 apud DEMO, 2011, p. 80-81)

A primeira característica esteve presente ao longo de todo o processo de pesquisa, pois os alunos obtiveram conhecimento da temática, por meio de uma sequência didática e, em seguida, aplicaram esses conhecimentos de forma a colocar seu ponto de vista nas discussões, por meio da crítica sobre o contexto em que ele está vivenciando. A segunda característica é um fator essencial para nossa pesquisa, pois é um problema que se encontra na realidade do aluno, principalmente no contexto pandêmico da Covid-19, e que possibilita que o aluno não busque aceitar toda nova tecnologia que lhe é imposta, por isso a sequência didática procurou abordar a realidade vigente. A terceira característica destaca a importância da participação dos alunos em todo processo da realização dessa pesquisa, sendo eles fatores primordiais na coleta de dados por meio de suas falas. Já a quarta característica, destacamos a necessidade do momento de fala dos alunos para a progressão da pesquisa, de modo a ser um processo coletivo, que está de acordo com a sexta característica, possibilitando que os alunos aprendam mutuamente e compartilhem experiências para a construção de um novo argumento. Por meio de uma sequência didática, proporcionamos uma experiência educativa, de modo a educar os alunos para a ação sociopolítica sobre tecnologias que se correlacionam com a sétima característica.

As características da PP são essenciais, pois contribuem para o alcance dos objetivos desta pesquisa, uma vez que buscamos a participação ativa dos alunos na temática a ser trabalhada. Demo (2011, p.81-82) destaca que a PP é construída em três fases, sendo a primeira fase constituída pela exploração geral da comunidade. Nessa primeira fase, buscamos compreender as concepções dos alunos sobre a temática, por meio da introdução de conteúdos relevantes para a construção de seus argumentos. A segunda fase, que aborda a identificação das necessidades básicas da pesquisa, e a terceira fase se preocupa em elaborar uma estratégia educativa.

Na primeira fase, o pesquisador deve fixar os objetivos e selecionar as variáveis possíveis dentro da pesquisa e quais os instrumentos de pesquisa a serem usados para, em seguida, realizar a pesquisa e elaborar uma síntese sobre ela. Desta forma, a partir de uma leitura inicial, lançamos questões norteadoras, como instrumento de pesquisa, para situar os alunos sobre a temática abordada, com o intuito de alcançar os objetivos descritos na seção 3.3.1, além compreender quais seriam as necessidades dos alunos perante a temática trabalhada. Por meio da análise das falas dos alunos, foi possível traçar variáveis e sintetizá-las para tomar novos passos na pesquisa.

Na segunda fase, devemos nos preocupar com a problemática da pesquisa para realizar uma nova seleção de variáveis e de instrumentos, para realizar a pesquisa novamente, analisá-

la e sintetizá-la. Nesta fase, procuramos inserir os alunos em processos de formação científica e tecnológica para que fosse possível construir o pensamento crítico junto a eles, possibilitando que eles busquem compreender que o desenvolvimento tecnológico, as técnicas e as tecnologias não são desconectadas do mundo social, e sim fatores que necessitam que exista a participação pública de forma crítica para decidir quais são suas finalidades. Portanto, utilizamos outras questões norteadoras, além de utilizar as mesmas lançadas para os alunos anteriormente, a fim de encontrar novas variáveis e categorizá-las para análise.

E, finalmente, na terceira fase, nos preocupamos em elaborar estratégias hipotéticas para que possam elaborar um dispositivo de argumentação, para que os resultados sejam discutidos com a população, possibilitando que a comunidade assuma uma estratégia para solução do problema e, conseqüentemente, realizar o plano de execução. Para isso, depois das discussões ao longo da sequência didática, realizamos uma atividade final com os alunos com o enredo de elaborar uma carta para o Presidente da República, auxiliando-o na compreensão sobre a importância das vacinas e da vacinação nas pessoas, por meio de explicações pautadas em bases científicas. Essa atividade nos proporcionou a comprovação de que a formação científica e tecnológica para a ação sociopolítica nas questões sobre as tecnologias é um fator importante para os alunos desenvolverem seu pensamento crítico.

Desta forma, a temática “Educação em Tecnologias: ação sociopolítica no desenvolvimento tecnológico em momentos de crise” pode ser trabalhada em todas as formas de ensino (ensino médio, regular, profissionalizante e no ensino fundamental), pois nos auxilia a desenvolver o senso crítico do aluno, de acordo com os objetivos a serem alcançados.

3.2 Concepção teórica para análise dos dados

Os dados foram registrados em um aplicativo para celular intitulado “*Voice Recorder*”² e, depois, as falas dos alunos em cada encontro foram transcritas. Nos pautamos em transcrever as respostas das perguntas norteadoras, as discussões da turma frente ao tema, e questionamentos, para isso nos preocupamos na análise das falas e excertos de falas dos alunos.

Fizemos uso da teoria da Análise de Conteúdo (AC) (BARDIN, 1977) como um instrumento essencial para a análise dos dados obtidos. A AC consiste em uma forma de tratamento crítica em pesquisas qualitativas e quantitativas. Segundo Bardin (1977), a Análise de Conteúdo caracteriza-se por ser heurística, pois dá um objetivo para a análise progredindo a

² RAYTECHOTO. Voice recorder – Record unlimited audio. 2020. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raytechnoto.glab.voicerecorder>>. Acesso em 2021

tentativa exploratória, e função de “administração de provas”, que procura verificar se as descobertas, a partir da análise, podem ser falsas ou verdadeiras. Todavia, existem diferenças na análise de conteúdo nas abordagens qualitativa e quantitativa. Nas pesquisas qualitativas, o referencial é a ausência ou presença de características, já nas pesquisas quantitativas, o referencial é a frequência com que as características vão surgindo (BARDIN, 1977). Neste trabalho, buscamos realizar a análise qualitativa dos conteúdos obtidos pela sequência didática, expressos pelas falas e excertos de falas dos alunos.

Bardin (1977) separa a análise de conteúdo em 4 fases que se tornam cruciais para o desenvolvimento dessa pesquisa: organização da análise, codificação, categorização e tratamento dos resultados. Na “organização da análise”, a autora destaca três polos cronológicos, a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise, de acordo com Bardin (1997, p. 95), tem a missão da escolha dos documentos, formular as hipóteses e os objetivos que irão compor a interpretação do documento. Neste momento, fazemos uma varredura do documento, a fim de escolhê-los para encontrar os pontos e objetivos interessantes à pesquisa realizada, constituindo assim um “corpus” que é o grupo de documentos que serão analisados posteriormente.

Para a escolha das falas que iriam compor nossa AC, nos pautamos em algumas regras, como a *regra da exaustividade*, para não eliminar nenhuma fala ou excerto de fala que abordasse a temática, a *regra da representatividade*, na qual buscamos partes das falas representam o âmbito do meu estudo a ser generalizado, a *regra da homogeneidade* no que diz respeito a escolha das falas que abordassem a mesma temática de cada aula, para que pudessemos realizar comparações com outras aulas da SD e, por último, a *regra da pertinência*, visando que as falas se mantivessem alinhadas aos objetivos da análise.

Ainda na pré-análise, temos a “formulação de hipóteses e dos objetivos”, neste momento, buscamos confirmar ou inferir as falas dos alunos com o que foi proposto inicialmente.

Seguindo a pré-análise, realizamos a *referenciação dos índices e a elaboração de indicadores*, momento no qual nos preocupamos com a seleção de partes potenciais das falas ou excertos em unidades comparáveis de categorização para a análise do tema e dos modos de codificação para registrar os dados (BARDIN, 1977 p. 100). Ainda na pré-análise, temos a *preparação do material*, pois nesse momento padronizamos e classificamos as falas por aula e temática abordada, para, em seguida, realizar a edição do material, como as correções gramaticais das falas dos alunos.

Realizada a pré-análise, passamos para o próximo passo, qual seja, a *exploração do material*, é nesse momento em que as falas dos alunos passaram por um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos (MOZAATO; GRZYBOYSI, 2011, p. 735 apud URQUIZA, MARQUES. 2016).

A última parte da pré-análise se denomina como *tratamento dos resultados obtidos e interpretação*. Os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (falantes) e válidos. “Operações estatísticas simples (percentagens), ou mais complexas (análise fatorial), permitem estabelecer quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos, os quais condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise” (BARDIN, 1977, p. 101), para isso nos preocupamos em trazer diagramas que sintetizassem nossas análises como “caixas de sapato”.

Feita a pré-análise, passamos para a segunda regra, a *codificação*. Essa etapa faz com que transformemos os dados brutos das falas para extrair uma descrição precisa das características do conteúdo. Essa regra passou pelos passos que são *o recorte, a enumeração e classificação e agregação*. O recorte tem como intuito pegar trechos do texto e dar realce para a análise. A enumeração busca encontrar a frequência de certas palavras que aparecem no corpus. E por último, a classificação e agregação, quando o pesquisador busca formar categorias. Dessa forma, a codificação possibilitou que usássemos unidades de registro variadas para cada situação de análise, em alguns momentos das análises, os recortes eram mais importantes do que a fala completa do aluno, pois com uma pequena extração do texto, conseguimos inferir se determinado objetivo foi alcançado.

Bardin (1977, p. 104) define que a codificação deve ser realizada para as unidades de registro e unidades de contexto. Urquiza e Marques (2016, p.121) elaboram um quadro que sintetiza as principais unidades utilizadas para facilitar a escolha de um registro:

Quadro 4 – Unidades de registro mais utilizadas

Unidade de Registro	Descrição	Finalidade ou uso
A palavra	Todas as palavras são importantes ou pode se reter as palavras-chave ou as palavras-tema ou categorias de palavras: substantivos, adjetivos, verbos, advérbios, etc.	Estabelecer quocientes.
O tema	Fazer análise temática consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença pode significar alguma coisa para o objetivo escolhido. É uma regra de recorte do sentido.	Utilizado como unidade de registro para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências, etc.

O objeto ou referente	É tema-eixo, em redor dos quais o discurso se organiza.	Usa-se para recortar o texto em função dos temas-eixo, agrupando-se à sua volta tudo o que o locutor exprime a seu respeito.
O personagem	O ator social pode ser escolhido como unidade de registro desde que indicado na análise categorial.	Uso em obras de ficção, artigos de jornais, manuais escolares, etc. Pode ser combinada com outros tipos de unidade.
O acontecimento	No caso de relatos e de narrações a UR pode ser o acontecimento.	Serão recortados em unidades de ação.
O documento	O documento ou unidade de gênero (um filme, um artigo, um livro) pode servir de UR desde que tenha uma dimensão global.	Uso em análise rápida e com recorte puramente formal. Pode ser identificado no ponto de intersecção de unidades perceptíveis (palavra, frase, documento material) e unidades semânticas (temas, acontecimentos, indivíduos).

Fonte: Bardin (1977). Nota: Quadro elaborado por Urquiza e Marques. (2016, p. 121)

Urquiza e Marques. (2016, p. 121) destacam que:

Codificar as unidades de contexto exige do pesquisador mais atenção, pois a escolha adequada destas unidades permite que se faça uma análise avaliativa de melhor qualidade, sendo que para isso deve atentar para os critérios de custo e pertinência, pois se a unidade de contexto for muito longa, exigirá dele mais tempo para fazer uma análise válida, se for curta, pode dificultar ou até impedir o trabalho de análise. (URQUIZA; MARQUES, 2016, p. 121)

A última etapa para codificação são as *regras de enumeração* que se definem pelo modo de contagem das unidades de um registro. Bardin (1977, p. 108) destaca que é necessário fazer a distinção entre a unidade de registro, que é a parte contada, e a regra de enumeração que é o modo de contagem. A autora destaca diversos tipos de enumeração:

- A presença ou ausência de elementos de significação;
- A frequência: com base no postulado que a importância do registro aumenta com a frequência da aparição;
- A frequência ponderada: Pode ser utilizada na identificação de um elemento que é mais importante que outro. A ponderação pode corresponder a uma decisão tomada anteriormente, pode também, traduzir a intensidade de um elemento;
- A intensidade: A medida de intensidade com que cada elemento aparece é indispensável na análise dos valores (ideológicos, tendências) e das atitudes. Bardin (2010, p. 137) orienta que para avaliar o grau de intensidade a codificar pode se basear em critérios precisos: intensidade (semântica) do verbo, tempo do verbo (condicional, futuro, imperativo, etc.), advérbios de modo, adjetivos e atributos qualitativos [...].
- A direção: A ponderação da frequência traduz um caráter quantitativo (ponderação) ou qualitativo: a direção. A direção pode ser favorável, desfavorável ou neutra. Para tanto atribui-se aos elementos do texto um sinal (índice qualitativo) ou uma nota. Deve-se graficamente realizar uma escala de perfis para demonstrar a representação dos resultados.
- A ordem: A ordem de aparição das unidades pode indicar relevância do tema em um quadro de inferência.
- A co-ocorrência: A co-ocorrência é a presença simultânea de duas ou mais unidades de registro numa unidade de contexto. A medida de co-ocorrência (análise de contingência) dá conta da distribuição dos elementos e da sua associação. (BARDIN, 2010, p. 108-113 apud URQUIZA, MARQUES. 2016, p. 122-123)

Para analisar nossos dados, selecionamos alguns tipos de regra de enumeração, sendo a “A presença ou ausência de elementos de significação”, na qual buscamos eliminar todas as falas que estavam fora de contexto com a temática; “A frequência”, pois procuramos pela frequência de utilização de certas palavras com o intuito de agrupá-las em uma única categoria, e “A direção”, na qual nos preocupamos com falas que fossem favoráveis e de acordo com os objetivos que foram traçados e como nosso referencial teórico, caso não fossem, essas falas seriam eliminadas das nossas análises.

Uma vez realizada a codificação, passamos para a *regra de categorização*. Bardin (1977, p. 117) define essa regra como uma metodologia de classificação de elementos que constroem um conjunto que se dá por diferenciação e reagrupamento. O critério de categorização atende aos semânticos (categorias temáticas), sintáticos (os verbos e os adjetivos), léxicos (classificação das palavras segundo o seu sentido, com emparelhamento dos sinônimos e dos sentidos próximos) e expressivos (classificam as diversas perturbações da linguagem) (BARDIN, 1977, p.117-118).

A autora afirma que a categorização é um processo estruturalista que é feito em duas etapas: o inventário que busca isolar os elementos e a classificação no qual reparte os elementos procurando organizar as mensagens. Para isso, ela elaborou critérios de qualidade para buscar boas categorias, explicitados por Urquiza e Marques (2016, p. 124) explicitados no quadro abaixo:

Quadro 5 – Critérios de qualidade de escolha das boas categorias por Bardin

Critério de Qualidade	Descrição
A exclusão mútua	Ser classificada em apenas uma categoria. Não existir ambiguidades no momento do cálculo (multicodificação).
A pertinência	A categoria é pertinente quando está adaptada ao material escolhido, e quando pertence ao quadro teórico definido.
A objetividade e fidelidade	O organizador da análise deve definir claramente as variáveis que trata, assim como deve precisar os índices que determinam a entrada de um elemento numa categoria.
A produtividade	Um conjunto de categorias é produtivo se fornece resultados férteis: férteis em índices de inferências, em hipóteses novas e em dados exatos.

Fonte: Bardin (1977). Nota: Quadro elaborado por Urquiza e Marques. (2016, p. 124).

Na última parte do embasamento teórico por Bardin, temos a *interpretação dos resultados* por meio da inferência, que procura responder perguntas em relação à Análise de Conteúdo baseada nos possíveis efeitos que as mensagens poderiam passar. Nesta última etapa, fizemos comparações das nossas inferências e interpretações das falas dos alunos com nosso referencial teórico, procurando concordâncias entre os alunos e os autores, além de estabelecer possíveis respostas para nossas questões de pesquisa.

3.3 Processo de construção da sequência didática (SD)

Para a realização da sequência didática, propomos compreender as dimensões CPA (CONRADO; NUNES-NETO, 2015) que são a dimensão Conceitual (C), que busca desenvolver relações dos estudantes com representações, ideias, símbolos e expressões contribuindo para a compreensão do aluno; a dimensão Procedimental (P), que se preocupa com as técnicas, ações, habilidades e métodos para alcançar um objetivo proposto; e a dimensão Atitudinal (A), que se preocupa com a formação de atitudes, valores e normas para que contribua para a ação dos alunos na sua realidade.

Desta forma, a temática sobre técnicas e tecnologias tem grande potencial para o exercício da dimensão Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA) dos conteúdos abordados, pois contribuem para a formação cidadã de forma que os alunos possam entender, compreender, analisar e agir nas situações em que estão inseridos.

Para a elaboração da sequência didática, nos baseamos nos “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) abordada inicialmente por Delizoicov (1982) que pode ser caracterizada por:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. *Organização do Conhecimento:* momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados; *Aplicação do Conhecimento:* momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012, p.200)

Preferimos, para a problematização inicial, utilizar as questões norteadoras para situar os alunos dentro da temática em cada aula e englobando a dimensão conceitual. Por meio das respostas dos alunos, foi possível compreender quais eram seus conhecimentos e interpretações sobre o que foi discutido dentro do contexto da aula, que tornou possível compreender suas análises por meio das aulas anteriores. No momento da organização do conhecimento que englobou a dimensão procedimental, propusemos temas para explicação e discussão com os alunos para que eles organizassem e construíssem suas compreensões e entendimentos, desta

forma, foi possível discutir com os alunos sobre o que outros autores estão falando sobre o tema de tecnologias e técnicas.

Nas cinco primeiras aulas, buscamos problematizar e organizar os conhecimentos dos estudantes dando ênfase para a dimensão atitudinal, com o intuito de formá-los para que pudessem aplicar seus conhecimentos na última aula.

Desta forma, após apresentar e discutir com os alunos o referencial teórico, eles realizaram uma atividade de escrita, que tinha o intuito de escrever uma carta para o Presidente da República explicando sobre a importância da vacina e da vacinação no contexto atual. O desenvolvimento desta atividade contribuiu para o momento de aplicação do conhecimento, pois por meio das suas escritas, foi possível que analisássemos os estudantes sobre seu envolvimento nos processos de formação, além de discutirmos questões de pesquisa propostas neste trabalho.

3.4 Constituição de Dados

3.4.1 Uma QSC sobre o desenvolvimento de tecnologias e suas implicações na sociedade, ciência e meio ambiente.

A QSC “a importância da ação sociopolítica nas decisões das tecnologias”, pode ser trabalhada em todas as modalidades de ensino, sendo necessário adaptá-la de acordo com o contexto a ser trabalhado e com quais objetivos desejam ser alcançados pelo docente. Portanto, selecionamos um texto para introduzir o conteúdo sobre tecnologias. Trabalhamos com alunos do sétimo ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual localizada no município de Leme, no Estado de São Paulo. O texto (Quadro 1) intitulado “Prometeu e o avanço tecnológico” traz concepções baseadas em uma estória mitológica, relacionando como o fogo, um aparato tecnológico, proporcionou o avanço da humanidade. Essa leitura teve a relação como o primeiro passo dos “Três Momentos Pedagógicos” (3MP), a Problematização Inicial abordada por Delizoicov (1982).

Na problematização inicial, apresentamos questões ou situações reais para os alunos sobre a temática. Nesse momento, os alunos foram desafiados a expor o que pensam, suas interpretações e inferências sobre o tema, para compreendermos quais eram os seus conhecimentos para, em seguida, dar novos passos na pesquisa. No quadro 1, inserimos o texto que foi trabalho com os alunos.

Quadro 1: Caso sobre as tecnologias - A história de Prometeu e o fogo

Prometeu e o avanço tecnológico

Conta uma história da mitologia grega que Prometeu roubou o fogo dos deuses e deu de presente aos homens juntamente com a razão e o ensinamento das artes. Assim, o homem aprendeu a construir casas, trabalhar a madeira, explorar oceanos e extrair metais da terra. O homem também criou o alfabeto, a lógica matemática e a comunicação à distância. O conhecimento foi tanto que chegou o dia em que a humanidade não conseguiu mais sobreviver sem a tecnologia.

Nos versos de Hesíodo, que narram a trajetória de Prometeu, contam que a primeira falta de Prometeu para com Zeus, e em favor dos homens, foi quando dividiu um boi em duas partes, dando uma ao senhor do Olimpo e a outra aos mortais. Na primeira parte estavam as carnes e as vísceras, cobertas com couro. Na segunda, apenas ossos, cobertos com banha animal. Zeus, atraído pela banha, escolheu a segunda. Irritado por ter sido enganado, seu rancor e cólera tomaram-lhe os pensamentos e o coração. Não gostara de ganhar ossos enquanto os humanos ficaram com a carne. Por isso, Zeus castigou a humanidade, negando aos homens a força do fogo infatigável (Na mitologia grega, o fogo representava a inteligência e sabedoria)

Contrariado e insatisfeito, Prometeu, comete sua afronta definitiva: rouba o fogo e reanima a inteligência do homem.

O titã apresentou aos mortais as portas dos astros. Deu ao homem a composição das letras, o segredo da memória, a graça e a beleza das artes, a técnica de domesticar animais selvagens, a habilidade de erguer moradias com madeira e tijolos. Prometeu deu aos homens a sabedoria das ciências e a praticidade das técnicas. Prometeu agraciou o homem com a tecnologia em suas mais amplas aplicabilidades.

A história é breve, mas nos faz pensar. Prometeu não só deu aos homens a sabedoria e a capacidade de se desenvolver; a humanidade, junto com o avanço científico e tecnológico, conheceu também a ira de Zeus. Os maiores medos e desgraças nos foram relegados pela cólera de um deus vingativo. Por um lado, a sociedade se desenvolveu. O homem concebeu, inventou, planejou e construiu. E depois de uma longa jornada, tornou-se detentor de avanços até pouco inimagináveis. Galgou degraus e sonhou alcançar os desígnios divinos. Por outro lado, brincando de divindade, o homem concebeu artefatos que contam com o poder de destruição.

Fonte: Adaptado de Veraszto, E. (2016).

Por meio do texto, elaboramos um conjunto de questões que foram inseridas para nortear os alunos logo após a leitura do texto e, também, ao decorrer da sequência didática. Nos preocupamos em discuti-las com os alunos de forma geral, que possibilitou a elaboração do pensamento crítico deles sobre a temática, contribuiu para a sua formação cidadã por meio do seu autoquestionamento, e do questionamento das inferências de outros colegas de classe. Abaixo, seguem as questões para a problematização da temática.

Q1. Como podemos interpretar a afirmação “Prometeu, por meio do fogo, deu aos homens a sabedoria das ciências e a praticidade das técnicas. Prometeu agraciou o homem com a tecnologia em suas mais amplas aplicabilidades.”

Q2. O que é tecnologia?

Q3. O fogo pode ser considerado uma tecnologia? Por quê?

Q4. Todos os avanços tecnológicos podem ser considerados como primordiais para o desenvolvimento da humanidade? Justifique

Q5. Por meio da frase “Deu ao homem a composição das letras, o segredo da memória, a graça e a beleza das artes, a técnica de domesticar animais selvagens, a habilidade de erguer moradias com madeira e tijolos”, podemos dizer que todos esses fatores podem ser considerados tecnológicos? Justifique

Q6. Quais as vantagens e desvantagens das tecnologias?

Q7. Qual a importância da sociedade para as tecnologias?

Q8. As tecnologias podem definir qual o futuro da humanidade?

Q9. Qual a importância do olhar crítico da população em relação às tecnologias? Elas são boas ou más? Justifique.

Q10. Cite alguns produtos tecnológicos que possibilitaram o desenvolvimento da humanidade. Vocês acham que esses produtos eram totalmente viáveis?

Q11. Imaginemos que uma nova tecnologia (citar tecnologia) tenha surgido em sua cidade, quais meios você buscaria para alertar sua comunidade sobre os malefícios dela?

Q12. O que leva você a acreditar que a última tecnologia é sempre a melhor?

Por meio das questões norteadoras acima, propusemos os objetivos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais a serem alcançados pela QSC. De acordo com Conrado e Nunes-Neto (2018, p. 95-100) os objetivos conceituais são compreendidos pelos fatos, conceitos e princípios a serem apresentados, com o intuito de familiarizar o aluno com a temática; os objetivos procedimentais se baseiam nas ações e formas de atuação que o aluno irá tomar logo após ter conhecimento do assunto, dessa forma, a elaboração de argumentos, solução de problemas, resolução de tarefas compõem esses objetivos; os objetivos de caráter atitudinais se preocupam com as normas, atitudes e valores do aluno. Os valores têm como critério as condutas baseadas na ética, as normas se preocupam com as regras de comportamento estabelecidos pela sociedade, e as atitudes são suas condutas com base nas normas e valores.

Abaixo, seguem os objetivos pretendidos para serem alcançados por meio dessa temática.

Para os objetivos conceituais pretendemos:

- Conhecer as relações das tecnologias com a sociedade;
- identificar relação entre os estudos CTS com o desenvolvimento tecnológico;
- apropriar-se do conceito de tecnologia, com o intuito de quebrar com a concepção do senso comum em relação ao termo;
- definir a ideia de “desenvolvimento tecnológico”, explicitando que em toda era houve a construção de aparatos para a busca do desenvolvimento.

Para os objetivos procedimentais tivemos o intuito de:

- Desenvolver estratégias para que a temática seja importante de questionamento crítico;
- possibilitar que a sociedade tenha voz ativa em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias;
- analisar o nível de compreensão dos alunos sobre o termo tecnologia;
- apresentar documentos (noticiários, vídeos e etc.) que possibilitem a discussão sobre tecnologias;
- Identificar tecnologias que promovem o desenvolvimento ou o atraso da humanidade.

E para os objetivos atitudinais, pretendemos:

- Ser responsável nas tomadas de decisões sobre o uso de certos aparatos tecnológicos condizentes com os valores morais e o bem-estar social;
- respeitar o tempo de discussões, para que todos tenham um momento de fala;
- mostrar interesse pela temática abordada;
- estar disposto a discutir;
- adotar um posicionamento crítico sobre o uso das tecnologias e suas finalidades, buscando se pautar nos valores éticos-morais;
- propor organização coletiva para promover ações que contribuam para a resolução de problemas.

Após explicitar os objetivos de aprendizagem, elaboramos um quadro-resumo (Quadro 2) com o intuito de melhor visualização:

Quadro 2 – Objetivos de aprendizagem

Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
Compreender os principais conceitos sobre tecnologia e estudos CTS, estudar a problemática envolvendo o desenvolvimento de aparatos tecnológicos.	Informar o aluno sobre o tema, discursos dominantes para com que se construa formas de posturas alternativas de questionamento de argumentos.	Valorizar a necessidade da participação pública de agir de forma crítica, por meio de questionamentos em relação ao desenvolvimento de aparatos tecnológicos.

3.4.2 Proposta para aplicação da sequência didática

Propusemos uma sequência didática (SD), para isso elaboramos um cronograma de 6 aulas, que foi anexado logo após a descrição de cada encontro, com o intuito de alcançarmos os objetivos de acordo com as dimensões CPA propostas.

Para o primeiro encontro, sendo como a primeira fase da PP, fixamos os objetivos e selecionamos as variáveis que, neste caso, eram as participações dos alunos e frequências ao longo da SD, pois ao faltar de umas das aulas, era necessário introduzi-lo novamente, bem como estar atento à participação dos alunos para a promoção de discussões, além disso, a primeira fase da PP se preocupa com os instrumentos de pesquisa a serem usados, sendo assim, utilizamos um aplicativo de gravação de voz para celular móvel e em seguida todas as falas dos alunos foram transcritas para a realização da análise.

Para a constituir os dados, que foi feito pela gravação de áudio de cada encontro, foi necessário realizar os trâmites do Conselho de Ética. Como os alunos eram da faixa etária de 12 a 13 anos, elaboramos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os pais dos alunos serem informados e autorizarem a participação dos filhos na pesquisa, bem como um TCLE para os alunos, explicando os detalhes da pesquisa e a possibilidade da sua remoção a qualquer momento. A pesquisa não possui riscos, mas destacamos para os alunos que os benefícios estavam relacionados com a formação para a cidadania por meio da formação científica e tecnológica. O aluno poderia participar das atividades desde que seus responsáveis tivessem devidamente assinado o TCLE. A direção da escola precisou ser consultada sobre a possibilidade da realização da sequência didática e estar de acordo com as atividades a serem realizadas, de modo que houve concordância para a realização das atividades.

No primeiro encontro, buscamos apresentar a sequência didática programada para os alunos e pautar as horas necessárias para a realização de cada atividade. Após a apresentação do cronograma, iniciamos a SD com a leitura do texto proposto “Prometeu e o avanço tecnológico” junto aos alunos, para que eles se aproximassem da problemática envolvendo as

tecnologias e seu uso. Após a leitura, reservamos um momento para que eles expusessem sua compreensão sobre o caso estudado. Logo depois, as questões norteadoras foram lançadas aos alunos para que eles refletissem sobre os impactos da tecnologia no âmbito social, ambiental e científico, possibilitando que eles reagissem de forma crítica diante os questionamentos e contribuíssem para que o professor compreendesse os conhecimentos prévios dos alunos diante a temática. Em seguida, foi promovida uma discussão sobre quais as relações e os impactos do desenvolvimento tecnológico para que os alunos pudessem compreender que esse tema está vinculado com mecanismos políticos, econômicos, sociais e ambientais; trabalhar como o termo “tecnologia” é compreendido pela sociedade, buscando mudar essa concepção; analisar os valores éticos e morais por meio de uma visão tecnológica; e por último tomar decisões e posicionamentos sobre o contexto atual da pandemia sobre a criação da vacina contra o Covid-19, sendo ela uma tecnologia desenvolvida para garantir a vida e o bem-estar social da população mundial. Para auxiliar na discussão da vacina, procuramos levar reportagens que abordassem o conteúdo sobre as vacinas e que os alunos pudessem se posicionar em relação à problemática. Essa aula possibilitou que na aula seguinte, os alunos já tivessem adquirido conhecimento e informações sobre o tema a ser discutido. Como atividade para a próxima aula, solicitamos que os alunos realizassem pesquisas sobre tecnologias que auxiliaram no desenvolvimento da humanidade para iniciarmos a discussão no próximo encontro.

No segundo encontro, que se destacou pela segunda fase da PP (vale destacar que a segunda fase da PP teve início no segundo encontro até o quinto encontro), foi possível identificar as necessidades básicas da pesquisa, pois pedimos que os alunos socializassem os resultados da busca solicitada, pedindo para que eles se posicionassem em relação às tecnologias, argumentando quais eram suas concepções sobre cada aparato tecnológico. Em seguida, levamos uma notícia sobre as bombas atômicas para que os estudantes compreendessem os argumentos que levaram à construção de uma bomba, pautando quais os interesses envolvidos e em qual momento sócio-histórico aconteceu. Com essa discussão, foi possível que os alunos compreendessem quais as contradições diante o discurso da utilização das bombas atômicas com o intuito de legitimação de grupos por meio da destruição em massa. Após a apresentação dessa notícia, novas perguntas foram lançadas aos alunos, com o intuito de compreender as suas mudanças de visão frente às perguntas realizadas no primeiro encontro, por meio do seu posicionamento nas novas perguntas. Ressaltamos que essa atividade auxiliou no desenvolvimento da criação de argumentos críticos dos alunos, pois possibilitou que eles fossem capazes de organizar, interpretar, analisar, defender argumentos e terem a tomada de atitudes em relação à problemática.

No terceiro encontro, levamos fotos de vários aparatos tecnológicos para que os alunos analisassem quais as consequências (contexto sócio-histórico) levaram a humanidade a desenvolver certa tecnologia e quais suas contribuições e consequências para a sociedade. Em seguida, trouxemos mais questões e charges (exemplificadas abaixo) para que os alunos pudessem argumentar sobre quais concepções críticas estão dentro das charges, colocando em prática os objetivos procedimentais e atitudinais, que contribuíram para construção de seus argumentos. Ao final desse encontro, sugerimos que os alunos pesquisassem sobre como é feita a inserção de novas tecnologias no município e seus impactos, como por exemplo, programas de vacinação, instalação de fibra óptica, métodos de economia de energia elétrica (por exemplo, utilização de lâmpadas LED para iluminação pública), para que possibilitassem a construção dos argumentos dos alunos sobre o quão viáveis são esses fatores.

Figura 1: Os EUA e a questão nuclear



Fonte: LUTE CARTUNISTA (2012).

Figura 2: Evolução das armas



Fonte: AMARILDO CHARGE (2011)

Figura 3: Movimento antivacina



Fonte: GALVÃO, J (2021)

Para o quarto encontro, iniciamos nossas discussões por meio da socialização dos resultados da pesquisa da aula anterior. Logo após essa atividade, realizamos uma aula expositiva e dialogada sobre a participação pública em relação às tecnologias no Brasil e no mundo, destacamos nessa aula sobre como a população tem se colocado em relação às tecnologias. Portanto, dialogamos sobre o contexto da revolta da vacina e suas consequências, e, também, quais foram as reações da população sobre a produção de armamentos em momentos de guerra. Ao mesmo tempo, lançamos novas questões norteadoras para gerar discussões ao longo das aulas, vale ressaltar que, nesse momento, foi possível inserir discussões e conceitos sobre o funcionamento de vacinas, vírus e energia.

No quinto encontro, apresentamos uma curta-metragem intitulada *Happiness*³, com o intuito de apresentar ideias sobre determinismo tecnológico por meio do capital, ou seja, a fetichização da técnica. Após a apresentação da curta-metragem, reunimos a sala para uma discussão sobre quais momentos do curta lhe chamaram mais a atenção, promovendo também a utilização de algumas questões norteadoras. Nesse momento, foi importante discutir de forma crítica, como as tecnologias podem impactar na nossa vida. Dessa forma, auxiliamos os estudantes na responsabilidade da tomada de decisões sobre o desenvolvimento de novas tecnologias pautadas em valores éticos e morais que não contradissem o bem-estar social e coletivo, além de demonstrar o respeito a opiniões adversas dos outros alunos e auxiliando no consenso da argumentação deles. Essa atividade proporcionou a compreensão dos estudantes sobre a não alienação em relação às tecnologias, e que não é todo momento que a ciência e a tecnologia têm o intuito de proporcionar bem-estar social e, também, auxiliar na compreensão de que eles têm o direito de fazer parte das discussões e decisões sobre a ciência e a tecnologia.

³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=e9dZQelULdk>>. Acesso em jun. 2021

Para o sexto e último encontro, envolvemos os estudantes em ações que possibilitem sua participação no desenvolvimento tecnológico, como a elaboração de uma carta esclarecedora para o atual Presidente da República sobre a eficácia da vacinação contra o Covid-19, possibilitando que os estudantes demonstrassem quais as consequências da inserção dessa tecnologia e colocassem em prática todos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais adquiridos.

Abaixo, segue o cronograma da realização das sequências didáticas com suas respectivas abordagens.

Quadro 3: Sequência didática dos Encontros Síncronos (ES)

Atividade	Data	Tema	Momento Pedagógico	Dimensão
ES1	04/08	Problematização da temática, “o que é tecnologia?”	Problematização inicial	Conceitual
ES2	05/08	Os impactos da tecnologia na história e no mundo	Organização do conhecimento	Conceitual/Procedimental
ES3	18/08	A importância da técnica em momentos de crise	Organização do conhecimento	Conceitual/Procedimental
ES4	19/08	Participação pública sobre a técnica no Brasil e no mundo	Organização do conhecimento	Conceitual/Procedimental
ES5	01/09	Fetichização da técnica	Organização do conhecimento	Procedimental
ES6	02/09	Atividade no qual contará com a visão crítica dos alunos em relação a tecnologias	Aplicação do conhecimento	Atitudinal

Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 Análise dos Dados

3.5.1 Análise dos resultados

Depois do primeiro encontro, realizamos a pré-análise da fala dos estudantes, coube como objetivo dessa aula trazer os estudantes para a compreensão de que tecnologias são todos os artefatos que promovem ou não o bem-estar social, ou seja, que tudo que o ser humano produziu foi essencial ou não para seu desenvolvimento. Partimos da hipótese de que os alunos consigam, por meio da aula, compreender que desde o desenvolvimento de uma simples lança contribuiu para alcançarmos nosso desenvolvimento atualmente.

Para essa aula, classificamos as falas dos alunos sobre a compreensão da palavra tecnologia. Codificamos de acordo com a presença de palavras ou a síntese da ideia trazida (tema) pelos alunos. Para isso, elaboramos a categoria “*Concepções controversas sobre tecnologias*”, que aborda as inferências dos alunos sobre a caracterização das tecnologias como

produtos que proporcionam modos de vivência facilitadores e essenciais para a humanidade, bem como as concepções de que algumas tecnologias são passíveis de trazer consequências ruins, como a destruição da sociedade e do ambiente.

Quadro 6: Análise de conteúdo para o primeiro encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
------------	-----------------------------------

<p>Concepções controversas sobre tecnologias</p>	<p><i>“O fogo auxilia no bem-estar do homem, como aquecer e preparar comida”</i></p> <p><i>“Os canos são uma tecnologia, porque fez que com a gente tivesse acesso a água”</i></p> <p><i>“Celular e a televisão foram bons porque possibilita a comunicação à longa distância”</i></p> <p><i>“O celular é bom porque que tivemos mais serviços tecnológicos e facilitou nossa vida”</i></p> <p><i>“O fogo pode ser uma tecnologia porque ajuda a gente a sobreviver”</i></p> <p><i>“Se a gente ficar no celular muito tempo, podemos ter problemas nas costas também.”</i></p> <p><i>“Eles tacam fogo para ter lugares para criar bois e produzir carne e destrói florestas”</i></p> <p><i>“O celular pode espalhar notícias falsas, e muita gente acredita”</i></p> <p><i>“Ficar muito tempo no celular causa problemas na visão, e na televisão também”</i></p> <p><i>“O fogo na Amazônia destruiu várias regiões”</i></p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

De certa forma, quando iniciamos as discussões sobre tecnologias, os alunos expressaram suas concepções fazendo relação com o meio digital: *“Celular e a televisão foram bons porque possibilita a comunicação à longa distância”*; *“O celular é bom porque que tivemos mais serviços tecnológicos e facilitou nossa vida”*; *“O celular pode espalhar notícias falsas, e muita gente acredita”*; *“Se a gente ficar no celular muito tempo, podemos ter problemas nas costas também.”*; *“Ficar muito tempo no celular causa problemas na visão, e na televisão também”*.

Quando olhamos para as três primeiras respostas, elas expressaram a concepção atual e limitada sobre o termo tecnologia, pois os celulares estabelecem grandes influências na vida cotidiana dos alunos tornando um aparato primordial na vida humana, principalmente no contexto pandêmico em que estamos vivenciando. Pinto (2005, p. 220) destaca que toda tecnologia é um reflexo da sociedade capitalista, pois as relações sociais atuais são

determinadas por um modo de produção e a isso se deve a força que a tecnologia tem a reduzir o pensamento do homem em atos de obediência e de comportamento às condições de relações sociais impostas atualmente e se concretizando na racionalidade tecnológica. Desse modo, podemos compreender que, para esses alunos, o celular trouxe uma garantia de vida nos momentos de pandemia, uma vez que possibilitou a comunicação com familiares, devido à necessidade do distanciamento social, e a oferta de serviços sem a necessidade de sair de casa.

Ainda de acordo com Pinto (2005, p. 220), as tecnologias, no caso dos celulares, são exemplos de aparatos com amplos ideais capitalistas, uma vez que a crescente busca por eles, no contexto da pandemia, foi responsável por uma possível solução dos problemas enfrentados, contribuindo para a formação e valorização de suas racionalidades tecnológicas.

Ao mesmo tempo em que os alunos esclareceram pontos relevantes sobre o uso dos celulares, outros alunos controverteram as respostas, mas, mesmo assim, as respostas estavam limitadas sobre a definição de tecnologia: *O celular pode espalhar notícias falsas, e muita gente acredita*"; *Se a gente ficar no celular muito tempo, podemos ter problemas nas costas também.*"; *Ficar muito tempo no celular causa problemas na visão, e na televisão também*".

Nessas respostas, ainda prevalecia as relações entre tecnologias como somente produtos digitais, porém os alunos foram capazes de identificar que as tecnologias também podem ter impactos variados na vida humana. Quando analisamos a primeira afirmação, compreendemos que o aluno tinha concepção da realidade vigente, devido ao fato da velocidade de informações espalhadas na mídia que nos faz pensar sobre a veracidade das mesmas e nos possibilitam tomar atitudes, por meio de técnicas, para a resolução desse problema. Nas duas últimas respostas, os alunos se preocuparam com as consequências da saúde e do bem-estar pelo aparato tecnológico, gerando controvérsias em relação às respostas anteriores, que concebiam uma visão fetichizada do aparato tecnológico.

É nesse momento em que vemos que a racionalidade tecnológica, por parte de alguns alunos, começa a perder força, garantindo espaço para a racionalidade crítica. De acordo com Marcuse (1999), a racionalidade tecnológica está entrelaçada com a ideologia capitalista, que promove a aceitação da sociedade de todos os desenvolvimentos tecnológicos sem um olhar sobre quais são as consequências da utilização da mesma, porém quando o indivíduo compreende que existem problemáticas envolvidas com o aparato tecnológico garante o desenvolvimento da sua racionalidade crítica, que, ainda de acordo com o autor, possibilita que o indivíduo argumente, critique e tome decisões sobre questões relacionadas aos impactos do desenvolvimento de tecnologias na vida humana.

Outros alunos demonstraram compreensão, por meio da leitura, sobre como a tecnologia pode ser aparatos que auxiliam na vivência do homem no mundo. As seguintes falas: *“O fogo auxilia no bem-estar do homem, como aquecer e preparar comida”*; *“O fogo pode ser uma tecnologia porque ajuda a gente a sobreviver”*, corroboram com a concepção de tecnologia dada por Pinto (2005, p.220) que destaca a tecnologia como objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar.

Todavia, outros alunos controvertem as ideias anteriores, com as seguintes falas: *“Eles tacam fogo para ter lugares para criar bois e produzir carne e destrói florestas”*; *“O fogo na Amazônia destruiu várias regiões”*. É possível notar que alguns dos alunos compreenderam que as técnicas e tecnologias não garantem apenas bem-estar sem ao menos destruir algo. Nota-se que elas são desenvolvidas com propósitos de dominação e destruição para prolongar a vida humana na Terra. Desse modo, podemos discutir sobre como os alunos compreenderam o fogo como técnica, mas a destruição de florestas para Pinto (2005, p. 187) não se torna algo ruim, uma vez que *“A técnica identifica assim com a própria ação do homem, e será sempre boa se for fecundada, se obtiver maior rendimento na exploração do mundo material sendo praticada em um regime de convivência fraterna.”*

Portanto, essa categoria possibilita que encaremos as problemáticas envolvendo tecnologias e técnicas, por meio das respostas dos alunos e em comparação com o referencial teórico, como uma QSC, pois torna-se desafiador promover soluções e estabilizar um único pensamento para os alunos, mas podemos dizer que promovemos um diálogo que promovesse o enriquecimento da racionalização crítica frente à racionalização tecnológica.

No segundo encontro, dividimos as análises em três momentos dos quais elaboramos diferentes categorias. No primeiro, abordamos as discussões sobre os impactos do desenvolvimento das tecnologias; no segundo, sobre a compressão do poder das tecnologias diante a pandemia; e no terceiro, voltamos a compreender qual foi a segunda concepção sobre o termo tecnologia que os alunos construíram. Partimos da hipótese que os alunos tenham desenvolvido a compreensão sobre o que são tecnologias, da aula anterior, para podermos aprofundar nas discussões sobre elas. Ao mesmo tempo, supomos que os alunos não tenham desenvolvido o raciocínio sobre qual a intenção e o propósito do desenvolvimento de novas tecnologias para o mundo.

Os objetivos dessa aula foram trazer discussões e compreensões aprofundadas sobre quais os impactos para a ciência e para a sociedade que as tecnologias podem proporcionar; construir o pensamento crítico dos alunos; proporcionar conhecimento explicitando que os

métodos de prevenção contra a Covid são tecnologias e além da construção aprofundada sobre o conceito de tecnologia.

No primeiro momento das análises, elaboramos índices que potencializaram a interpretação dos alunos perante o desenvolvimento da bomba atômica. Por meio do aparecimento das respostas, notamos que os alunos tinham a compreensão dos eventos envolvendo a bomba atômica, pois tinham estudado um pouco com a professora de história. As respostas foram essenciais para que os alunos desenvolvessem seu poder argumentativo frente à necessidade da produção de uma tecnologia. Codificamos as contribuições dos alunos por meio da unidade de registro temática, pois buscamos compreender qual o sentido das suas concepções chegando à categoria “*Concepção sobre tecnologias destrutiva - bomba atômica*”, essa categoria procurava englobar as respostas dos alunos que traziam a temática de que as tecnologias, neste caso as bombas atômicas, foram instrumentos que causavam destruição, mostravam poder, domínio e medo.

Quadro 7: Análise de conteúdo para o segundo encontro (1º momento)

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Concepção sobre tecnologias destrutivas - bomba atômica	<p>“<i>[Foi usada...] Para mostrar que eles tinham poder</i>”</p> <p>“<i>As pessoas viram as mortes e a destruição e não se sentiram muito bem.</i>”</p> <p>“<i>Essa tecnologia fez com que outros países tivessem medo dos EUA</i>”</p> <p>“<i>Isso fez com que os EUA se sentissem protegido com as bombas</i>”</p> <p>“<i>Foi bom para alguns e bom para outras pessoas. No começo, as pessoas ficaram com medo da destruição</i>”</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

As falas “*[Foi usada...] Para mostrar que eles tinham poder*”; “*As pessoas viram as mortes e a destruição e não se sentiram muito bem.*”; “*Essa tecnologia fez com que outros países tivessem medo dos EUA*”; “*Isso fez com que os EUA se sentissem protegido com as bombas*” expressaram que os alunos compreendiam os propósitos e malefícios causados pela bomba atômica.

Porém, a fala: “*Foi bom para alguns e bom para outras pessoas. No começo, as pessoas ficaram com medo da destruição*” se mostrou como caráter controverso em relação às falas

anteriores, pois as tecnologias e técnicas possibilitam que poucos sejam beneficiados com suas decisões.

A partir das falas, nesse primeiro momento, podemos ver que os alunos compreenderam quais os resultados da produção de uma tecnologia, usando a bomba atômica como exemplo. As contribuições de suas falas foram positivas na construção do seu raciocínio crítico, tendo um olhar sobre a bomba atômica como um instrumento que buscou dominação e mostrou poder das potências, como os EUA, a grande potência na época da Segunda Guerra Mundial citada pelos alunos, além da submissão de outros países às decisões que relacionavam o uso de tecnologias, por medo dos estragos da bomba atômica.

Os argumentos dos alunos corroboram com as concepções destacadas por Pinto (2005, p. 65) e Santos (2013, p. 32) que argumentam que, por meio das tecnologias, o homem criou relações hierárquicas usando a dominação e o poder de sistemas perante outros sistemas para o benefício de poucos, e não se preocupou com as relações que beneficiavam muitos diante do contexto histórico vivido. Ou seja, a bomba atômica promoveu o crescimento de uma sociedade, enquanto outras sofriam com as consequências dela.

Não obstante, tivemos a necessidade de promover uma atividade que possibilitasse que os alunos fizessem comparações em relação aos impactos sociais e econômicos da produção de uma bomba atômica. Todavia, os alunos tiveram dificuldades em argumentar sobre esses itens, desta forma proporcionamos uma discussão em que os alunos argumentaram sobre a situação vivenciada pela Covid-19, com o intuito de fazer relações entre os tempos de guerra e a busca de uma cura.

Utilizamos a palavra como unidade de registro para formar categorias de acordo com a frequência de palavras que iam aparecendo. Ao analisar os registros, duas categorias apareceram, sendo a primeira “*Como a crise (Covid) afeta a sociedade*” que englobaram palavras-chaves como “destruição”, “economia”, “medo” destacando como os momentos de crise afetam a sociedade de formas diversas, proporcionando um momento conturbado. A segunda categoria denominamos “*Necessidade de novas/antigas tecnologias e técnicas para superar a crise*”, nesta categoria, destacamos as falas dos alunos, por meio de palavras-chaves, que traziam as técnicas e as tecnologias desenvolvidas pela sociedade com o intuito de resolver os problemas encontrados.

Quadro 8: Análise de conteúdo para o segundo encontro (2º momento)

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Como a crise (Covid) afeta a sociedade	<p><i>“A covid causou medo em todos”</i></p> <p><i>“A pandemia causou muitos prejuízos e destruição”</i></p> <p><i>“A covid acabou com as famílias, e a bomba atômica também”</i></p> <p><i>“A economia foi afetada porque muitas empresas fecharam, e a falta de clientela que estavam em casa por causa do medo”</i></p>
Necessidade de novas/antigas tecnologias e técnicas para superar a crise	<p><i>“Com a covid a gente tentou se proteger, com máscara”</i></p> <p><i>“Usar álcool em gel, máscara e lavar as mãos”</i></p> <p><i>“Isolamento”</i></p> <p><i>“Lavar a mão é uma tecnologia porque mata todas as bactérias e garante saúde e segurança”</i></p> <p><i>“Professor, a vacina também salva as pessoas e a economia”</i></p> <p><i>“Professor, as vacinas vieram para salvar os problemas que a covid deixou”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao perguntar para os alunos quais os problemas que estávamos enfrentando com a Covid-19, as falas foram: *“A covid causou medo em todos”*; *“A pandemia causou muitos prejuízos e destruição”*; *“A covid acabou com as famílias, e a bomba atômica também”*; *“A economia foi afetada porque muitas empresas fecharam, e a falta de clientela que estavam em casa por causa do medo”*. Por meio das falas, vemos exemplos de conturbações na vida social das pessoas que foram causadas pela pandemia, como a economia e a vida, ou seja, o bem-estar social. Podemos discutir sobre como os alunos compreenderam que a existência de uma incongruência no mundo promove a busca da solução da mesma.

Desta forma, podemos dizer que a concepção dos alunos contribui para a concepção do “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia/técnica = + riqueza = + bem-estar social (BAZZO et al, 2003, p. 120; CERESO 2003, p. 119-120), pois a próxima categoria *“Necessidade de novas/antigas tecnologias e técnicas para superar a crise”* surgiu por meio

dos argumentos dos alunos sobre a necessidade de técnicas e tecnologias para reerguer a economia (riqueza) e salvar a humanidade (bem-estar social) .

Nessa segunda categoria, os alunos compreenderam que quando nós encontramos uma incongruência na natureza, tentamos resolvê-la por meio de produção de novas tecnologias e técnicas, com o intuito de garantir o bem-estar da sociedade. As falas: “*Com a covid a gente tentou se proteger, com máscara*”; “*Usar álcool em gel, máscara e lavar as mãos*”; “*Isolamento*”; “*Lavar a mão é uma tecnologia porque mata todas as bactérias e garante saúde e segurança*”; “*Professor, a vacina também salva as pessoas e a economia*”; “*Professor, as vacinas vieram para salvar os problemas que a covid deixou*” corroboram com concepção de técnica e tecnologia como ideologia, pois, Pinto (2005, p.220) destaca ser um objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar, ou seja, sem elas, seria impossível garantir a vivência humana e vencer a batalha contra a Covid – 19.

Ainda de acordo com estas falas, é possível dizer que os alunos não compreenderam a diferença entre técnicas e tecnologias, como na fala “*Lavar a mão é uma tecnologia porque mata todas as bactérias e garante saúde e segurança*”, o que não condiz com a concepção de técnica e tecnologia adotada neste trabalho, porém podemos destacar que Pinto (2005, p. 219-220) contribui de forma significativa para essa fala, uma vez que, para ele:

[...]tecnologia equivale pura e simplesmente a técnica. indiscutivelmente constitui este sentido mais frequente popular da palavra, usar da linguagem corrente, quando não se exige precisão maior. As duas palavras mostram-se, assim, intercambiáveis no discurso habitual, coloquial e sem rigor [...]

De acordo com o autor, é possível verificar que o aluno se refere à tecnologia como técnica e vice e versa, pelo motivo da convivência com o sentido da palavra, porém isso não significa que o aluno esteja errado, apenas o exemplo não se encaixa com as concepções que adotamos neste trabalho, sendo que o ato de lavar as mãos são consideradas como técnicas, ou seja, ações humanas.

Pelas transcrições, vemos que os alunos compreenderam que quando nos deparamos com situações em que a sociedade e a economia são abaladas, por meio dos momentos de crise que podem causar medo e destruição, nos preocupamos em utilizar e/ou desenvolver técnicas e tecnologias, com o intuito de diminuir as consequências geradas pela crise para garantir o nosso bem-estar e a segurança.

Ao relacionar os exemplos da vacina, álcool em gel, lavar as mãos e o isolamento, foi possível que eles compreendessem que precisamos desses aparatos e técnicas para superar as consequências que a natureza nos impõe. Essas análises concordam com nosso referencial teórico, pois Pinto (2005, p. 369) afirma que utilizamos das tecnologias para proporcionar uma

segurança sobre nosso futuro, mas quando as crises eclodem, passamos por um momento conturbado de incertezas, confusões e necessidades de produção de novas tecnologias e técnicas, dado que esses eventos se tornam incompreensíveis e buscamos soluções para eles.

No terceiro momento da aula, voltamos à discussão sobre as bombas atômicas evidenciando os aspectos éticos e morais que foram negligenciados, além da explicação, por meio de conceitos teóricos, da construção e elaboração de uma bomba atômica e quem eram as pessoas que estavam contribuindo para o seu desenvolvimento. Após as discussões, procuramos compreender como tem se transformado a compreensão dos estudantes por meio da questão norteadora “O que é tecnologia” (Q8) para finalização da aula, o que possibilitou que a categoria “Tecnologia” surgisse de forma a compreendermos quais as concepções dos alunos após as discussões.

Quadro 9: Análise de conteúdo para o segundo encontro (3º momento)

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Tecnologia	<p><i>“São coisas que o ser humano faz que podem ser boas ou ruins para a sua sobrevivência”</i></p> <p><i>“As tecnologias podem demonstrar poder e dominação, e podem causar erros se não for utilizada corretamente”</i></p> <p><i>“A tecnologia pode ser tudo, qualquer coisa que o homem faz para ele ter uma boa vida na Terra”</i></p> <p><i>“É tudo que pode ajudar a gente”</i></p> <p><i>“É o que a gente produz e ela pode nos dar um poder que pode ser superior ou inferior, dependendo da situação”</i></p> <p><i>“Têm pessoas que trabalham pelo celular, isso é uma nova tecnologia, o cano de água, por exemplo, é uma tecnologia. As tecnologias garantem para nós trabalhos, aprendizagens e segurança.”</i></p> <p><i>“São coisas que a gente cria para nos dar proteção, criação, dominação e para facilitar as atividades nos dias.”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas falas *“A tecnologia pode ser tudo, qualquer coisa que o homem faz para ele ter uma boa vida na Terra”*; *“É tudo que pode ajudar a gente”*; *“É o que a gente produz e ela pode nos dar um poder que pode ser superior ou inferior, dependendo da situação”*; *“São*

coisas que a gente cria para nos dar proteção, criação, dominação e para facilitar as atividades nos dias.”); predomina-se a concepção ideológica, novamente, das tecnologias na qual Pinto (2005, p.220) destaca ser um objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar. É neste momento que as falas dos alunos convergem para a ideia de que as tecnologias são passíveis da resolução de qualquer problema, pois somos forçados a viver em um mundo de crises sem compreender os motivos pelos quais elas estão ocorrendo e devemos encontrar soluções para elas.

Na fala *“Têm pessoas que trabalham pelo celular, isso é uma nova tecnologia, o cano de água, por exemplo, é uma tecnologia. As tecnologias garantem para nós trabalhos, aprendizagens e segurança.”*, o aluno destaca a garantia de trabalhos e aprendizagens por meio das tecnologias, que corroboram com os traços da racionalidade tecnológica, que se caracteriza por ser um modo de pensamento que estabelece padrões de julgamento e direciona a sociedade a aceitar o sentido do aparato tecnológico (PISANI, 2008) sobre a racionalidade crítica, de forma que as tecnologias são passíveis de moldar os pensamentos e as ações do homem que passaram a ser dependentes dos processos de produção e não mais pertencentes à natureza ou à sociedade (MARCUSE, 1999).

Portanto, ainda existiam traços de que a racionalidade tecnológica estava predominante entre os alunos, mas o próximo encontro possibilitou que eles incrementassem seus conhecimentos, uma vez que eram esperadas essas concepções sobre tecnologias.

As falas *“As tecnologias podem demonstrar poder e dominação, e podem causar erros se não for utilizada corretamente”*; *“É o que a gente produz e ela pode nos dar um poder que pode ser superior ou inferior, dependendo da situação”*; *“São coisas que a gente cria para nos dar proteção, criação, dominação e para facilitar as atividades nos dias.”*, complementam os ideais de Marcuse (1999, p. 73) que define tecnologia como um processo no qual o homem está incluído, sendo a tecnologia capaz de organizar, perpetuar ou modificar as relações sociais e podendo, também, ser um aparato de controle e dominação, nota-se que as falas dos alunos contribuem para a construção das suas concepções sobre o termo tecnologia. Nesse momento, percebemos que os alunos concluíram que o desenvolvimento de tecnologias então inseridas com as questões sociais, devido às nossas demandas em facilitar nossa vivência, bem como conquistar nossos objetivos por meio do poder e da dominação.

Na segunda aula, as concepções dos alunos sobre o termo tecnologia têm evoluído, pois, após a explicação, eles se inseriram no contexto da bomba atômica, proporcionando que eles fizessem relações com as condições do mundo atual, de forma que eles se colocassem e questionassem sobre os motivos que estavam por trás da tecnologia. Contudo, essa aula

contribuiu para o desenvolvimento de um olhar crítico perante as tecnologias que se tornam passos para o desenvolvimento de suas racionalidades críticas, que, de acordo com Marcuse (1999), possibilita que o indivíduo argumente, critique e tome decisões sobre questões relacionadas aos impactos do desenvolvimento de tecnologias na vida humana, uma vez que valoriza a compreensão de que as tecnologias são passíveis de resolver todos os problemas dentro de uma sociedade.

Na terceira aula, buscamos aguçar o senso crítico dos alunos por meio das suas concepções construídas ao longo das duas últimas aulas. Os objetivos dessa aula foram analisar se os alunos tinham a percepção da diferença entre técnica e tecnologia, além de se pautarem diante das decisões e consequências de cada técnica e tecnologia. Para isso, em um primeiro momento da aula, colocamos a imagem de um navio, de uma criação de gado e de objetos de caça antigos feitos com pedra lascada e perguntamos para eles quais suas finalidades. Os alunos compreenderam que algumas das imagens eram técnicas que posteriormente foram utilizadas como tecnologias, compreendendo que ao criar uma tecnologia, o homem buscava aprimorar técnicas, por meio do aparato, para garantir melhorias no uso do mesmo.

No entanto, relacionamos as falas dos alunos por meio da categoria “*Tecnologia como produto da técnica*” que englobasse as falas que compreendiam tecnologia como consequência da técnica, como explicitado anteriormente.

Quadro 9: Análise de conteúdo para o terceiro encontro (1º momento)

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Tecnologia como produto da técnica	<p><i>“É uma tecnologia usada para procurar comida, mas pode machucar outras pessoas também”</i></p> <p><i>“Por meio das lanças, houve produção de outras novas armas.”</i></p> <p><i>“A lança fez com que conseguíssemos ter comida, mas também foi usado para ter lutas com os outros”</i></p> <p><i>“Os navios foram feitos para a conquistas de outros espaços e povos.”</i></p> <p><i>“Para transporte de africanos na época da escravidão do Brasil”</i></p>

	<p><i>“É usado para exploração do oceano, para encontrar novos países e também fez com que povos fossem dominados como os índios e os africanos.”</i></p> <p><i>“A domesticação do gado foi uma técnica para facilitar a vida.”</i></p> <p><i>“Os gados são fontes de comida, mas para criar tem que desmatar.”</i></p> <p><i>“É comércio porque a gente consegue dinheiro [com os gados]”</i></p> <p><i>“Os gados nos dão comida, mas eu vi que usa muita água para criar eles e além de matar árvores.</i></p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

A discussão nesse primeiro momento da aula proporcionou que os alunos compreendessem que as tecnologias são produto das técnicas, o que corrobora com as concepções de Pinto (2005, p. 219) que destaca que as tecnologias são as discussões das técnicas que englobam as habilidades do fazer, as profissões e os modos de produzir algo.

Diante disso, quando os alunos discutem sobre o desenvolvimento das lanças ou dos instrumentos de caça, assim como destacado nas falas: *“É uma tecnologia usada para procurar comida, mas pode machucar outras pessoas também”*; *“Por meio das lanças, houve produção de outras novas armas.”*; *“A lança fez com que conseguíssemos ter comida, mas também foi usado para ter lutas com os outros”*, eles tinham a concepção de que o homem havia criado técnicas para a obtenção de alimento e de domínio de territórios, porém ao desenvolver um aparato, todas as técnicas se concretizaram nele, com o intuito de facilitar o seu trabalho e sua vivência no mundo.

Pela fala dos alunos, vemos que eles conseguiram compreender a relação entre técnica e tecnologia da forma que esses termos estejam correlacionados, e essas discussões estão de acordo com Pinto (2005, p. 49) que argumenta que a técnica deve ser compreendida por meio da influência da mecanização do trabalho, pois *“os homens nada criam, nada inventam nem fabricam que não seja expressão das suas necessidades, tendo de resolver as contradições com a realidade”*.

Ao discutir sobre navios, os alunos argumentaram que, antes do homem se jogar ao mar, ele realizou estudos, buscou compreender situações geográficas para, enfim, construir um navio e ir em busca da conquista de outros territórios, como apresentado nas falas: *“Os navios foram*

feitos para a conquistas de outros espaços e povos.”; “É usado para exploração do oceano, para encontrar novos países e também fez com que povos fossem dominados como os índios e os africanos.”. Então, por meio das habilidades e técnicas adquiridas, o homem pôde desenvolver uma tecnologia que trouxe consequências controversas. Os alunos destacaram que o fato de o homem buscar e conhecer terras e o mundo possibilitou também que ele dominasse regiões e povos por meio da sua concepção de acúmulo de riquezas. Os alunos destacaram as relações entre Portugal e Brasil no período da colonização, possibilitando um ambiente de discussão de que como as tecnologias foram passíveis de dividir a humanidade em raças, tendo os brancos como raça superior, como na fala: “Para transporte de africanos na época da escravidão do Brasil”. Com essas discussões, foi possível que a definição de tecnologia colaborasse com os ideais de Marcuse (1999, p. 73) que define a tecnologia como um processo social, ou como um modo de produção, sendo capaz de organizar, perpetuar ou modificar as relações sociais e podendo, também, ser um aparato de controle e dominação como no caso do povo africano em relação à processo de colonização do Brasil.

Quando os alunos se depararam com a imagem da criação de gado, eles compreenderam que se tratava de uma técnica que o ser humano desenvolveu para facilitar seu meio de obtenção de alimentos: *“A domesticação do gado foi uma técnica para facilitar a vida.”; “É comércio porque a gente consegue dinheiro [com os gados]”.* Além disso, os alunos argumentaram que foram desenvolvidas tecnologias para facilitar ainda mais o modo de criação de gado, destacando as tecnologias como a vacinação contra doenças nos animais para garantir a saúde deles e não impactar na produção de carnes. Em uma das falas, um dos alunos compreendeu que, para inserir uma técnica, é necessário destruir algo, como o desmatamento de floresta para a criação de gado, causando prejuízos ainda maiores, como destacado em: *“Os gados são fontes de comida, mas para criar tem que desmatar.”; “Os gados nos dão comida, mas eu vi que usa muita água para criar eles e além de matar árvores”.* Dessa forma, essas concepções corroboram com os argumentos de Santos (2013, p. 17) que destaca que buscamos desenvolver instrumentos (técnicas) para dominar a natureza a nosso favor, ou seja, foi necessária a mudança de um cenário ambiental (florestas) para a aplicação de técnicas de domesticação de animais para facilitar nossa vivência no mundo.

Ao mesmo tempo, compreende-se que as discussões sobre técnicas e tecnologias se comportam como um tema controverso, uma vez que apresentam várias vertentes sobre as decisões das técnicas e tecnologias, como o uso e estudo de técnicas para elaborar um navio e expandir povos, como também o uso do mesmo para escravizar povos. Assim, é possível ver que os alunos mostraram compreender que existem os prós e contras sobre a temática e a

necessidade de compreender as suas fronteiras, contribuindo para seu pensamento crítico que, de acordo com Pedretti (2003), tanto a ciência como a tecnologia têm sido inseridas em contextos de controvérsias e incertezas, tendo a necessidade do posicionamento crítico dos cidadãos sobre os impactos e alcances.

Desta forma, neste primeiro momento da terceira aula, os alunos foram capazes de argumentar sobre os impactos das técnicas e tecnologias na sociedade, bem como fazer relações com situações socioambientais.

No segundo momento da terceira aula, trouxemos charges (Figuras 1, 2 e 3) para os alunos argumentarem sobre quais eram as críticas que estavam por trás das charges. A compreensão sobre as críticas proporcionou que os alunos argumentassem o quão viável uma tecnologia pode ser para a sociedade, bem como compreender seus impactos no mundo.

Por meio do tema, como unidade de registo, elaboramos a categoria “*Tecnologia e suas consequências*”, que englobou as ideias trazidas pelos alunos que concluíram que as tecnologias são passíveis de mudar modos de vida como também proporcionar problemas.

Quadro 10: Análise de conteúdo para o terceiro encontro (2º momento)

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Tecnologia e suas consequências	<p><i>“As armas foram usadas para nos proteger e dominar territórios.”</i></p> <p><i>“A charge é interessante, o carro pode ser uma arma pois pode atropelar pessoas e animais.”</i></p> <p><i>“O carro facilitou a vida das pessoas, mas ele polui também.”</i></p> <p><i>“As armas evoluíram, mas o sentido dela é o mesmo, matar, destruir e dominar.”</i></p> <p><i>“Mostrou que o domínio está nas mãos dos Estados Unidos”</i></p> <p><i>“Que é seguro viver nos EUA porque ninguém vai atacar pelo motivo de eles terem uma tecnologia de destruição”</i></p> <p><i>“Os EUA utilizaram a bomba para se proteger de ataques”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste momento, podemos notar que os alunos começaram a compreender que todas as tecnologias são passíveis de serem controvertidas, como nas falas: *“A charge é interessante, o carro pode ser uma arma pois pode atropelar pessoas e animais.”*; *“O carro facilitou a vida das pessoas, mas ele polui também.”*; *“As armas foram usadas para nos proteger e dominar territórios.”*; *“As armas evoluíram, mas o sentido dela é o mesmo, matar, destruir e dominar.”*.

Com a análise das charges, os alunos desenvolveram seu senso crítico destacando que as tecnologias podem ser desenvolvidas tanto para alcançar um propósito, como também para proteger uma nação, mas, ao mesmo tempo, podem possibilitar a destruição e o domínio da natureza ou de outras pessoas. A argumentação dos alunos se mostra relevante para que eles compreendam os limites do desenvolvimento de novas tecnologias, o que contribui para uma racionalidade crítica que, de acordo com Torres e Solbes (2018, p. 66) possibilita formar concepções para a tomada de decisões que os auxiliam a atuar em questões envolvendo desigualdades e injustiças sociais. Então, a criticidade impacta na transmissão de juízos fundamentais, na crítica de argumentos autoritários e discursos dominantes, portanto a ciência nos auxilia na compreensão do mundo para que proporcione um cenário de reflexões éticas e morais para a tomada de decisões.

As charges expostas na quarta aula, foram primordiais para que os alunos realizassem uma pesquisa sobre quais eram as novas tecnologias que estavam sendo inseridas no município de Leme – SP, com o intuito de garantir bem-estar para a população, de modo a contribuir para o olhar crítico deles perante essas novas tecnologias e superar a racionalidade tecnológica por meio da racionalidade crítica

Na quarta aula, os alunos trouxeram as pesquisas realizadas abordando a inserção da tecnologia LED para iluminação urbana, como também a chegada da fibra óptica para a distribuição de internet com maior velocidade. Os objetivos dessa aula foram compreender as influências da racionalidade tecnológica, e construir a racionalidade crítica dos alunos para poderem participar contra ou a favor de decisões sobre tecnologias, como também, identificar a QSC da temática.

Para iniciar as discussões sobre fibra óptica, perguntamos para os alunos quais as concepções deles sobre a inserção de fibra óptica no município, ou seja, se é algo viável aceitarmos essa tecnologia na cidade. Por meio do tema como unidade de registro, elaboramos a categoria *“Atitude questionadora”*, que englobou as falas dos alunos que se preocuparam em questionar sobre quais os intuitos da promoção um uso da nova tecnologia.

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Atitude questionadora	<p><i>“Como posso aceitar algo se não tenho a garantia de que irá funcionar?”</i></p> <p><i>“Eu não sei como produziram a fibra óptica e não sei se é eficaz.”</i></p> <p><i>“As pessoas dizem que é bom, mas eu não consigo testar para ver se realmente estou recebendo uma internet rápida.”</i></p> <p><i>“Eu só ouço falar de fibra óptica, mas nunca tive o conhecimento de como podem funcionar.”</i></p> <p><i>“Qual o custo de uma fibra óptica? Eu vou pagar um valor e receber um produto de qualidade?”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Por meio das falas dos alunos, quando questionados em relação ao aceite das fibras ópticas dentro do município, como por exemplo: *“Como posso aceitar algo se não tenho a garantia de que irá funcionar?”*; *“Eu não sei como produziram a fibra óptica e não sei se é eficaz.”*; *“As pessoas dizem que é bom, mas eu não consigo testar para ver se realmente estou recebendo uma internet rápida.”*, vemos a potencialidade da educação para e com as tecnologias, uma vez que os alunos desconheciam o que era uma fibra óptica e o seu funcionamento, expressando que só conheciam o nome. É interessante destacar que as autoridades do município não se preocuparam em possibilitar uma compreensão para a população sobre a nova tecnologia, e alienando as pessoas a aceitarem-na por meio de discursos que visam uma melhor facilidade e rendimento na vida cotidiana. Essas falas são exemplos da necessidade de educar os alunos apontada por Marcuse (1984), que destaca a existência da necessidade de um olhar crítico sobre as afirmações que tendem a representar os interesses dominantes das tecnologias. Portanto, é preciso educar nossos alunos a desconfiarem dos interesses ideológicos das tecnologias e promoverem a dúvida e o questionamento dessas informações.

Por meio dessa discussão, coube a nós explicar o funcionamento da fibra óptica, destacando os fenômenos de reflexão dentro dos fios e a diferença entre os fios de cobre utilizados atualmente, além do custo de produção e como o usuário será beneficiado. Após essa explicação, perguntamos para os alunos quais seriam as limitações da inserção da internet de fibra óptica no município de Leme, tornando um contexto de QSC, pois o tema trouxe

concepções controversas sobre seu uso e aplicação. Desta forma, elaboramos a categoria “*Tecnologia como QSC*” que englobou as respostas das quais tinham um olhar para a fibra óptica como uma tecnologia passível de ser controvertida.

Quadro 12: Análise de conteúdo para o quarto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Tecnologia como QSC	<p><i>“Talvez nem todas as pessoas tenham acesso à fibra óptica, ficando com internet ruim.”</i></p> <p><i>“Tem bairros que a internet não chega por conta de ser um bairro ruim, seria legal deixar a gente usar computador público na cidade.”</i></p> <p><i>“Eu li que a fibra óptica não é bom para grandes distâncias, se for fazer em postes longe do outro pode bater um vento e quebrar e fazer a cidade ficar sem internet.”</i></p> <p><i>“Essa nova internet vai ser boa para o comércio, e para facilitar nossa vida.”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Torres e Solbes (2018, p. 59), as QSCs promovem nos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, proporcionando a eles o uso de habilidades em resolver problemáticas, formulação de inferências, construção de argumentos e tomada decisões e, dessa forma, contribui para a construção do pensamento crítico do indivíduo, pois o auxilia na elaboração de estratégias para buscar soluções sobre os problemas do cotidiano, buscando a qualidade de vida e a transformação da sua realidade. Portanto, compreendemos que as inferências feitas pelos alunos nos mostram uma racionalidade crítica frente à inserção de novas tecnologias, ao mesmo tempo, alguns alunos buscaram soluções para as famílias que não poderiam adquirir o produto, como a possibilidade de o município disponibilizar computadores públicos com internet para a população, como nas falas *“Tem bairros que a internet não chega por conta de ser um bairro ruim, seria legal deixar a gente usar computador público na cidade.”*

É importante destacar que os alunos debateram entre eles a problemática da fibra óptica, colocando as suas concepções e defendendo seus argumentos. Depois da discussão, foi possível compreender que as tecnologias têm um grande potencial em ser abordadas no ensino por meio

de uma QSC, pois instiga os alunos a procurarem possíveis soluções sobre as decisões das tecnologias.

Ao abordar a pesquisa realizada pelos alunos sobre o uso de lâmpadas LED para iluminação pública, os alunos se sentiram mais preparados em aprofundar as discussões. Para início da discussão, perguntamos aos alunos se eles aceitariam a lâmpada LED para a iluminação pública e as respostas foram potenciais para enaltecer a característica de QSC em relação às tecnologias, então utilizamos a mesma categoria anterior “*Tecnologia como QSC*” para contribuir com as discussões.

Quadro 13: Análise de conteúdo para o quarto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Tecnologia como QSC	<p><i>“Eu acho que não teria tanta potência para iluminar as ruas, iria ficar ruim.”</i></p> <p><i>“Professor, as luzes dos postes são amarelas e gastam mais energia”</i></p> <p><i>“Vai ficar ruim para a cidade porque vai precisar de “um milhão” de lâmpadas para iluminar igual a que tem agora”</i></p> <p><i>“Estão falando que vai economizar na energia, a gente vai ter que pagar mais energia sabendo que não ilumina quase nada e precisa de um monte.”</i></p> <p><i>“Eu acho estranho querendo colocar mais lâmpada falando que vai gastar menos.”</i></p> <p><i>“E com a luz fraca as pessoas podem ser roubadas mais fácil.”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Após as respostas dos alunos, nos preocupamos em explicar a ciência e a tecnologia no desenvolvimento de lâmpadas LED, explicitando os materiais usados, bem como a sua disponibilidade na natureza, e também como é o descarte e reuso da mesma, a fim de contribuir para a construção dos argumentos futuros dos alunos.

Percebe-se que a questão da tecnologia LED proporcionou aos alunos o encontro gradativo das consequências desta como a necessidade de grande uso de novas lâmpadas, o maior gasto com esta tecnologia e, também, a preocupação com a segurança pública devido à pouca iluminação proporcionada pelas lâmpadas de LED em relação à luz amarela. Ao concluir

essa aula, compreendemos que a sala de aula foi um ambiente essencial para que os alunos se sentissem à vontade em expressar suas opiniões, uma vez que foram muitas as contribuições dos alunos, o que concorda com Torres e Solbes (2018, p. 66) ao destacarem que:

A ideia de gerar espaços que suscitem o pensamento crítico dos alunos é uma possibilidade de questionar o mundo natural, social e subjetivo para aprender a ver os problemas a partir de uma dimensão multidimensional que permite compreender diferentes pontos de vista (Tradução nossa).

Portanto, possibilitamos que os alunos questionassem, compreendessem e discutissem as ideias por meio de diálogos a partir de atitudes e ações críticas em busca da resolução dos problemas que envolviam tanto o ambiente como a sociedade.

Na quinta aula, reproduzimos a animação intitulada *Happiness* (Felicidade, em português), que mostra uma crítica social devido à obsessão com a “felicidade” que marca as sociedades de consumo atuais. Um rato, como protagonista principal, segue em busca de um mundo ideal por meio da aquisição incansável de produtos. O vídeo mostra a tendência de uma sociedade (neste caso, uma sociedade composta por ratos) na eliminação de uma tecnologia antiga para a aquisição de uma nova tecnologia, vista como melhor e mais potente, devido ao auxílio da publicidade e do marketing desses produtos. Ao longo do vídeo, o rato em questão não se sente completo com suas aquisições, entrando no mundo das drogas e passando por tratamento psiquiátrico. Depois desses acontecimentos, ao final do vídeo, vemos o rato na busca incansável por uma cédula de dinheiro que o leva até uma ratoeira que se fecha, que se transforma em uma mesa de trabalho com um computador, identificando que estamos presos ao trabalho e ao dinheiro para acumulação de bens materiais e a incessante busca de “sucesso”.

Após a reprodução do vídeo, perguntamos qual a compreensão dos alunos sobre o vídeo exposto. Por meio do tema como unidade de registro, elaboramos a categoria “*Fetichização da tecnologia como progresso social*”.

Quadro 14: Análise de conteúdo para o quinto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Fetichização da tecnologia como progresso social	<p><i>“Ele buscava a felicidade em qualquer coisa que dava para comprar.”</i></p> <p><i>“Ele sempre procurava a felicidade comprando produtos novos todo momento.”</i></p>

	<p><i>“Para ele, comprar era algo novo era o que deixava ele ser feliz.”</i></p> <p><i>“Acho que a gente vive trabalhando para comprar as coisas.”</i></p> <p><i>“As pessoas se matam para comprar uma coisa cara e esquecem das coisas simples.”</i></p>
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor

Pelas falas dos alunos, vemos que eles compreenderam, por meio do vídeo, que estamos em busca de novas tecnologias e técnicas como meio de ascensão social e pessoal e que elas proporcionam um momento de satisfação temporária, uma vez que novos aparatos são desenvolvidos com a promessa de ser melhor que a desenvolvida anteriormente.

Essa compreensão dos estudantes se aproxima do conceito de fetichização da tecnologia e da técnica, que, segundo Harvey (2003), ganhou forças quando a humanidade atribuiu a elas poderes dos quais não possuem, como a habilidade de encontrar soluções para os problemas sociais, manter a estagnação da economia e providenciar um padrão de vida elevado.

Quando os alunos explicitam as palavras *“felicidade”* e *“feliz”*, elas nos remetem ao sentido ilusório que as técnicas e tecnologias podem trazer para o ser humano, pois, para possuí-las, é necessário que ele possua um capital que é adquirido por meio das relações de trabalho. Essas falas corroboram com as concepções de Kellner (1984), que segundo ele, Marcuse denomina o fetiche da técnica (ou tecnologia) como necessidades falsas. Essas falsas necessidades da sociedade industrial surgem de modo que o homem seja prisioneiro da sua própria produção, e todas as relações entre as pessoas ocorrem por meio das mercadorias.

Marcuse [...] argumenta que as necessidades consumistas e conformistas ajudam a integrar a classe trabalhadora na sociedade capitalista. Embora ele afirme que todas as necessidades humanas são históricas e pré-condicionadas pelas instituições e interesses dominantes, Marcuse acredita que é crucial a distinção entre *necessidades verdadeiras*, que são essenciais para a sobrevivência humana e bem-estar, e *necessidades falsas* que são sobrepostas no indivíduo por particulares interesses sociais: as necessidades que perpetuam a labuta, agressividade, miséria e injustiça. Falsas necessidades, para Marcuse, são artificiais e heterônomas: são impostas de fora sobre o indivíduo por interesses manipuladores. (KELLNER, 1984, p. 244)

Dessa forma, os seres humanos “encontram sua alma em seus automóveis, casa em patamares, utensílios de cozinha.” (MARCUSE, 1973, p. 29-30), promovendo, ainda de acordo com o autor, uma falsa consciência sobre os produtos, pois os meios de informação (publicidade e propaganda) garantem qualidades exuberantes para as técnicas e as tecnologias, uma vez que

determinam suprimir as necessidades das pessoas, desse modo, esses meios de informação procuram não vender o real da mercadoria, apenas sua imagem.

Em seguida, lançamos a questão norteadora “O que leva você a acreditar que a última tecnologia é sempre a melhor? Esse momento foi importante, pois serviu como uma extensão da aula anterior, uma vez que buscamos compreender as posições dos alunos frente ao vídeo exposto por meio das atitudes questionadoras desenvolvidas por eles na aula anterior. Utilizamos o tema como unidade de registro para elaborar a categoria “*Necessidade de compreensão da imposição de novas tecnologias/técnicas*”.

Quadro 15: Análise de conteúdo para o quinto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Necessidade de compreensão da imposição de novas tecnologias/técnicas	<p><i>“Um celular, todos sempre falam que é melhor que o outro quando lança um novo, mas ninguém nos explica qual o real motivo de ser melhor.”</i></p> <p><i>“A gente não tem como saber se realmente é melhor, a gente compra porque todos falam que a tecnologia é nova, mas eu não vi como foi produzido.”</i></p> <p><i>“Tem um monte de carro novo, mas tudo é só estilo e a tecnologia é quase a mesma, se o carro anda, para mim já é bom.”</i></p> <p><i>“Se explicassem melhor e a gente visse por que a tecnologia é melhor a gente ficaria mais tranquilo em comprar.”</i></p> <p><i>“Acho que deveriam mostrar para a gente como o é feita a produção e explicar melhor para eu ter noção do que eu irei comprar.”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Pelas falas dos alunos, compreende-se que houve a superação da ideologia de fetichização pelas tecnologias e técnicas, que é promovida pela valorização da racionalidade crítica que proporciona a autonomia de pensamento, a discordância e o poder de negação de ideologias impostas por camadas sociais dominantes (KELLNER, 1999, p. 26).

Nesse momento, destacamos o trabalho e as discussões em grupos nas aulas, frente à temática da aula. Esse modo de agir coletivo quebra com os padrões individualistas proporcionados pela racionalidade tecnológica que, de acordo com Pisani (2008), o

individualismo, provocado pelos aparatos, avançou devido ao domínio da racionalidade tecnológica, que se caracteriza por ser um modo de pensamento que estabelece padrões de julgamento e direciona a sociedade a aceitar o sentido do aparato tecnológico.

Portanto, com essa aula, estabelecemos uma valorização da racionalidade crítica frente a racionalidade tecnológica, pois possibilitou que os alunos valorizassem o trabalho em grupo, como também, suas concepções diante a temática por meio de conhecimentos científicos.

Na última aula, foi pedido para que os alunos refletissem sobre tudo que conversamos sobre as tecnologias e técnicas e colocassem em prática para fortalecer a importância da cidadania. Para isso, solicitamos que os alunos escrevessem uma carta para o atual presidente da república sobre qual seria a importância da vacinação para a população. Antes de solicitar a atividade, extraímos de noticiários informações sobre as atitudes do presidente frente à batalha contra a Covid – 19 e expomos o impacto dessas atitudes na sociedade.

Utilizamos a unidade de registro do objeto ou referente, uma vez que recortamos trechos do texto para agrupar em uma mesma categoria por meio das ideias dos alunos. Separamos os trechos das cartas em três categorias: *Discussão de tecnologias pautada em conhecimentos científicos*, *Participação cidadã* e *Importância da técnica ou tecnologia como garantia de vida*, que serão analisadas separadamente e, em seguida, elaborar uma conclusão englobando as três categorias.

Na categoria “*Discussão de tecnologias e técnicas pautada em conhecimentos científicos*”, procuramos englobar os trechos que os alunos argumentaram sobre a eficácia de certa técnica ou tecnologia por explicações que se baseavam em fatos verídicos fazendo uso do conhecimento científico. Desta forma, para os alunos alcançarem esse nível de argumentação, compreende-se a necessidade da formação de uma educação para e com as tecnologias que possibilite o aluno a fazer relações, análises e inferências sobre a temática.

Quadro 16: Análise de conteúdo para o sexto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Discussão de tecnologias e técnicas pautada em conhecimentos científicos	“[...] bom se as pessoas não se vacinarem muitas pessoas vão ficar doentes e vão morrer porque o corpo das pessoas que não tomaram vacina não vai produzir anticorpos necessários para combater o vírus do corona vírus e se, a vacinação as pessoas vão morrer porque os anticorpos não foram ativados para combater a doença e muitas

	<p><i>“pessoas vão morrer e a vacina não vai adiantar em nada se quando as pessoas tomarem a vacina[...].”</i></p> <p><i>“A vacinação é importante para nos prevenir das doenças e do vírus e a máscara para evitar que pegamos o vírus, já que vejo que você não gosta de usar. A vacina serve para acelerar o nosso sistema imunológico fazendo com que fiquemos protegidos de doenças e vírus, já a máscara e o distanciamento servem para prevenir que contraímos o vírus mesmo não estando vacinados, mas mesmo assim com máscara e o distanciamento não estamos 100% protegidos por isso devemos nos vacinar.”</i></p> <p><i>“Então, a importância da vacinação, é sobre prevenir porque ela ajuda o nosso organismo a combater o vírus, quando ela entra em nosso corpo ativa nosso sistema imunológico e nos protege [...].”</i></p> <p><i>“Bom, como milhares de pessoas morreram porque não tomaram vacina agora é bom tomar para não morrer mais pessoas já que a vacina ajuda nosso sistema imunológico a criar resistência contra o vírus já que eles injetam o próprio vírus do corona em nós e assim se pegar covid-19 não vai dar sintomas fortes e também não vai precisar intubar e não ir no hospital.”</i></p> <p><i>“A vacina protege a nossa vida, deixa a nossa vida mais protegida. A vacina ativa o nosso sistema imunológico, a nossa vida é muito importante. Na vacina tem o vírus sem muita força para causar problemas para nós e ativa o nosso sistema imunológico e deixa a gente imunizado contra as coisas ruins que o vírus faz.”</i></p> <p><i>“A vacina é um jeito de fazer com que nosso corpo produza anticorpos para combater o vírus que foi injetado na gente, quando os anticorpos conhecem a doença nosso organismo vai saber lutar contra eles por isso que quando</i></p>
--	---

	<p><i>a gente vacina contra covid as pessoas não têm problemas muito sérios e não morrem.”</i></p> <p><i>“Você sabe que na produção dessa vacina os cientistas estudaram o vírus deixaram ele sem força e injetam ele em nós que faz nosso corpo criar imunidade contra o que o coronavírus faz com a gente, mas existe reação que deixa a gente ruim, mas é para nosso bem.”</i></p>
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor

Pelas falas dos alunos, podemos compreender inicialmente que eles se baseiam em uma visão de que as tecnologias, neste caso as vacinas, promovem um bem-estar social e garantem a vida, pois alguns trechos como *“milhares de pessoas morreram porque não tomaram vacina”*; *“deixa a gente imunizado contra as coisas ruins”*; *“quando a gente vacina contra covid as pessoas não têm problemas muito sérios e não morrem”* e *“faz nosso corpo criar imunidade contra o que o coronavírus faz com a gente, mas existe reação que deixa a gente ruim, mas é para nosso bem.”*, exemplificam a ideia da salvação da humanidade perante as consequências do vírus. Essa visão de tecnologia corrobora com as concepções de Pinto (2005, p.220) que assume a tecnologia como um objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar, uma vez que é esse o momento em que a humanidade assimila que as tecnologias são passíveis da resolução de qualquer problema, pois somos forçados a viver em um mundo de crises, que neste caso foi impulsionado pelo novo vírus, sem compreender os motivos pelos quais elas estão ocorrendo.

Além disso, as falas dos alunos garantem uma argumentação que promove a utilização do conhecimento científico para tornar seus posicionamentos confiáveis. Portanto evidenciamos a necessidade da educação para e com as tecnologias em um contexto CTS, pois auxilia o indivíduo a se posicionar sobre às decisões que envolvam tecnologias. Para Acevedo (1996 apud VAZ; PINHEIRO, 2009), a alfabetização tecnológica no contexto CTS procura formar um cidadão que compreenda a influência que a tecnologia tem no comportamento humano e o auxilie a aprimorar atitudes, em busca de um desenvolvimento tecnológico sustentável por meio da discussão de valores que são implicados nas discussões envolvendo tecnologias.

Na categoria *“Participação cidadã”* evidenciamos os trechos que mostravam o espírito questionador dos alunos frente às discussões sobre as vacinas. Nesses trechos, podemos compreender que os alunos buscavam explicações do atual Presidente da República sobre todas as controvérsias envolvendo o novo vírus.

Quadro 17: Análise de conteúdo para o sexto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
Participação cidadã	<p><i>“[...]e sobre essa demora das vacinas muitas pessoas acabarão morrendo, mesmo agora tendo vacina, todas as pessoas devem tomar e você deve falar para as pessoas se vacinarem também e falar que se elas não tomarem, podem pegar covid-19 e acabando morrendo.”</i></p> <p><i>“[...]vim falar sobre a importância da vacinação, quem não se vacina não coloca apenas a própria saúde em risco, mas também a de seus familiares e outras pessoas com quem tem contato, além de contribuir para aumentar a circulação da doença.”</i></p> <p><i>“[...]estou mandando essa carta para te perguntar o por que que a vacina é tão importante para nossas vidas e qual a diferença que vai fazer em nossas vidas. Vai proteger nossas vidas de quê? Quais os sintomas que nós vai ter e quanto tempo iremos sentir os sintomas? Eu acho que você não sabe responder essas perguntas né? Para responder algumas delas acho que você deve saber que a vacina ajuda o nosso corpo a combater o que o covid faz nas pessoas e não deixa elas morrerem. A vacina tem estudos para fazer ela e ela veio para ajudar mas acho que você não sabe como ela é feita... você pode me explicar?”</i></p> <p><i>“Hoje em dia já foram vacinadas 1 terço da população brasileira e o senhor acha bom essa porcentagem de pessoas vacinadas no Brasil? E o senhor também participou da produção da corona vac? Você sabe que na produção dessa vacina os cientistas estudaram o vírus deixaram ele sem força e injetam ele em nós que faz nosso corpo criar imunidade contra o que o coronavírus faz com a gente, mas existe reação que deixa a gente ruim, mas é</i></p>

	<p><i>para nosso bem. O senhor está seguindo os protocolos de segurança para não poder pegar a variante delta?”</i></p> <p><i>“Eu vou falar para você que o vírus não é uma simples gripezinha é um vírus que se espalhou e já contaminou milhares de pessoas, e é por esses motivos e outro que todos devem se imunizar então por favor não recuse a vacina, agradeço desde já.”</i></p> <p><i>“Você também deve conscientizar as pessoas sobre o como é importante as pessoas usarem máscara para não pegar o vírus, porque ao falar com outra pessoa sem máscara ela pode passar para outra por cuspe, pelo ar contaminado que a gente respira. Quarentena é importante para as pessoas não se aglomerarem e ajudar a passar o vírus rápido.”</i></p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Destacamos a presença das QSCs nessa categoria como meio de proporcionar discussões envolvendo a ciência, as tecnologias e a sociedade. Os alunos, nos trechos destacados, mencionaram as falsas ideias advindas do atual presidente como forma de procurar explicações ou entender mais sobre elas por meio das palavras dele. Uma vez que os alunos compreenderam o caráter controverso da temática, outros questionamentos foram surgindo ao longo da escrita.

Essas atitudes são evidenciadas por Torres e Solbes (2018) que destacam que as QSCs contribuem para a construção do pensamento crítico do indivíduo e o auxilia na elaboração de estratégias para buscar soluções sobre os problemas do cotidiano, buscando a qualidade de vida e a transformação da sua realidade.

Ao mesmo tempo, vemos a importância da formação na educação CTS que, de acordo com Pinheiro (2005), ela é compreendida como uma oportunidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, fazendo com que ele/ela procure soluções para situações-problemas que estão ao seu redor e, posteriormente, utilizando-as para a resolução dos problemas coletivos de sua comunidade.

Na categoria *“Importância da técnica ou tecnologia como garantia de vida”* evidenciamos os trechos que os alunos compreenderam que devemos fazer uso das técnicas e tecnologias em momentos de crise, com o intuito de minimizar os impactos na vida humana e superar as demandas advindas da crise.

Quadro 18: Análise de conteúdo para o sexto encontro

Categorias	Transcrições das falas dos alunos
<p>Importância da técnica ou tecnologia como garantia de vida</p>	<p><i>“[...]não respeitarem o distanciamento social, ficarem aglomerados porque mesmo se as pessoas tiverem vacinadas, o vírus ainda pode se espalhar e contaminar outras pessoas que ainda não se vacinaram podem pegar o coronavírus e vão morrer por causa da aglomeração.”</i></p> <p><i>“Sobre a importância do distanciamento, ele é bom para ajudar a não pegar covid e prevenir o espalhamento de doenças, sobre o uso de máscara, ela ajuda a proteger de pegar covid porque se conversarmos cara a cara pode sair um cuspe ou algo do tipo e a pessoas pegar.”</i></p> <p><i>“E você sabe a importância do distanciamento? O distanciamento social é uma das medidas mais importantes e eficazes para reduzir o avanço da pandemia da Covid – 19. A doença é causada pelo SARS-COV-2 mais conhecido como coronavírus.”</i></p> <p><i>“[...]a transmissão ainda ocorre mesmo estando 100% vacinado, por isso, o uso de máscaras e o distanciamento não devem parar, para que as pessoas que não foram vacinadas ou estão parcialmente imunizadas não corram o risco de ter sintomas graves ou morrer, uma pessoa vacinada pode transportar o vírus para qualquer lugar.”</i></p> <p><i>“Prevenir doenças, a prevenção dessas doenças quando somos vacinados ajuda a prevenir nós mesmos e nossos familiares. As vacinas são essenciais para nosso organismo que dá imunização que ajuda a prevenir contra velhas e novas doenças que estão chegando por aí e ameaçando a nossa vida.”</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Nos trechos, os alunos mencionam algumas técnicas como o distanciamento social, quarentena e uso de máscaras e a vacina como uma tecnologia como meio de garantia de vida para as pessoas. Desta forma, esses trechos corroboram com as concepções de Pinto (2005,

p.220) que define tecnologia e técnicas com um objeto de adoração, que garantirá a evolução, a sobrevivência e o bem-estar, pois são nos momentos de crise que a humanidade assimila que elas são passíveis da resolução de qualquer problema.

Neste momento, destacamos a compreensão do termo técnica pelos estudantes, pois eles mencionam essas medidas de proteção como meio de superar e minimizar a crise impulsionada pelo vírus que são consonantes com as explicações de Pinto (2005, p. 146-160), que argumenta que a técnica não deve estabelecer sua compreensão partindo da fabricação de aparatos, mas sim de ações humanas, pois a técnica se mostra responsável na ascensão do homem sobre a natureza, pois ele serve-se dela como instrumento responsável a proceder, ou seja, como ponto de partida para a criação de vários instrumentos, modos ou ações provenientes.

Portanto, podemos compreender que foi logo depois das ações de proteção que o homem se impulsionou nos estudos e desenvolvimento das vacinas como uma tentativa de solucionar os problemas impostos pela natureza.

No quadro 19, elaboramos um quadro-síntese, com o intuito de retomar todas as categorias e suas características abordadas nessa pesquisa.

Quadro 19: Quadro-síntese das categorias

Categorias	Característica
Concepções controversas sobre tecnologias	Aborda as inferências dos alunos sobre a caracterização das tecnologias como produtos que proporcionam modos de vivência facilitadores e essenciais para a humanidade, bem como as concepções de que algumas tecnologias são passíveis de trazer consequências ruins, como a destruição da sociedade e do ambiente.
Concepção sobre tecnologias destrutiva - bomba atômica	Procura englobar as respostas dos alunos que traziam a temática de que as tecnologias, neste caso as bombas atômicas, foram instrumentos que causavam destruição, mostravam poder, domínio e medo.
Como a crise (Covid) afeta a sociedade	Engloba palavras-chaves como “destruição”, “economia”, “medo” destacando como os momentos de crise afetam a sociedade de formas diversas, proporcionando um momento conturbado.
Necessidade de novas/antigas tecnologias e técnicas para superar a crise	Destaca as falas dos alunos, por meio de palavras-chaves, que traziam as técnicas e as tecnologias desenvolvidas pela sociedade com o intuito de resolver os problemas encontrados.
Tecnologia	Busca compreender quais as concepções dos alunos sobre o termo após as discussões sobre bombas atômicas.
Tecnologia como produto da técnica	Engloba as falas que compreendiam tecnologia como consequência da técnica.
Tecnologia e suas consequências	Engloba as ideias trazidas pelos alunos que concluíram que as tecnologias são passíveis de mudar modos de vida como também proporcionar problemas.

Atitude questionadora	Engloba as falas dos alunos que se preocuparam em questionar sobre quais os intuítos da promoção um uso da nova tecnologia.
Tecnologia como QSC	Engloba as respostas das quais tinham um olhar para a fibra óptica como uma tecnologia passível de ser controvertida.
Fetichização da tecnologia como progresso social	Aborda as respostas dos alunos que compreendem que a tecnologia por resolver qualquer problema.
Necessidade de compreensão da imposição de novas tecnologias/técnicas	Busca compreender as posições dos alunos frente às decisões das novas tecnologias.
Discussão de tecnologias e técnicas pautada em conhecimentos científicos	Engloba os trechos que os alunos argumentaram sobre a eficácia de certa técnica ou tecnologia por explicações que se baseavam em fatos verídicos fazendo uso do conhecimento científico.
Participação cidadã	Evidencia os trechos que mostravam o espírito questionador dos alunos frente às discussões sobre as vacinas.
Importância da técnica ou tecnologia como garantia de vida	Evidencia os trechos que os alunos compreenderam que devemos fazer uso das técnicas e tecnologias em momentos de crise, com o intuito de minimizar os impactos na vida humana e superar as demandas advindas da crise.

Fonte: Elaborado pelo autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de promover a educação para e com as tecnologias e compreender os processos formativos dos alunos nesta situação, elaboramos uma sequência didática, para alunos do sétimo ano de uma escola pública, que buscou contribuir para a formação científica e tecnológica dos estudantes, de forma que eles possam estabelecer um olhar questionador em relação às imposições do desenvolvimento de tecnologias e técnicas contribuindo com a avaliação dos modos, formas e intuítos com que elas são utilizadas. Contudo, a sequência didática possibilitou que constituíssemos nossos dados e contribuísse para que os estudantes não sejam apenas receptores das decisões da ciência e da tecnologia, mas que eles possam estabelecer olhares pautados na racionalidade crítica, por meio da educação para e com as tecnologias.

Para a realização dessa pesquisa, nos norteamos por meio das seguintes questões de pesquisa: (a) De que maneira podemos promover a educação para e com as tecnologias para que ela contribua para a formação científica e tecnológica do cidadão e quais elementos podem expressar os processos formativos dos alunos a partir da educação CTS? (b) E quais as contribuições e limites de uma proposta de sequência didática, elaborada por meio da educação CTS e das questões sociocientíficas, para o ensino de tecnologias e para a compreensão e participação dos sujeitos em temas de ciência e tecnologia?

Em relação à questão de pesquisa (a), ao englobar a temática com a educação CTS por meio de uma sequência didática, foi possível estabelecer relações dos impactos que as tecnologias têm na ciência e, principalmente, na sociedade. Ao serem propostas atividades sobre a temática para os alunos argumentarem e discutirem durante as aulas, conseguimos observar atitudes e elementos que expressam os processos formativos por meio da educação CTS, como o posicionamento perante às decisões das técnicas e tecnologias, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, proporcionando a procura de soluções para situações-problemas que os envolvem e, em seguida, utilizando-as para a resolução dos problemas coletivos de sua comunidade (PINHEIRO, 2005), essas características foram englobadas em categorias, que foram analisadas por meio das falas dos alunos, sendo elas, “Concepção sobre tecnologias destrutiva - bomba atômica”, “Atitude questionadora” e “Discussão de tecnologias e técnicas pautada em conhecimentos científicos”.

Ao estabelecer objetivos na sequência didática por meio dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, é possível nortear a sequência didática, uma vez que objetivos conceituais compreendem os fatos, conceitos e princípios a serem apresentados, com o intuito de familiarizar o aluno com a temática e, para isso, nos preocupamos em abordar a temática de forma que ele compreenda que ele está envolvido nela, os objetivos procedimentais se baseiam nas ações e formas de atuação que o aluno irá tomar logo após ter conhecimento do assunto, para isso as discussões foram essenciais para a formação das concepções deles para o promoção de sua racionalidade crítica, e os objetivos de caráter atitudinais se preocupam com as normas, atitudes e valores do aluno, para isso, a elaboração de uma carta ao presidente da república busco englobar essas características para a formação de suas opiniões.

Ao propor a temática de forma a ser discutida como uma QSC, nas análises dos resultados e nas aulas observamos que, quando os alunos são formados e educados científica e tecnologicamente, facilita-se o processo de tornar situações, argumentos e discursos que envolvam as discussões sobre técnicas e tecnologias controversos como evidenciado nas categorias, “Tecnologia e suas consequências”, “Tecnologia como QSC” e “Concepções controversas sobre tecnologias”. Quando o aluno é inserido em uma temática de QSC, cabe a ele usar suas habilidades na resolução de problemáticas, formulação de inferências, construção de argumentos e tomada de decisões. Essas características os auxiliam na construção do seu pensamento crítico, uma vez que contribui para a elaboração de estratégias para buscar soluções sobre os problemas do cotidiano, buscando a qualidade de vida e a transformação da sua realidade (TORRES; SOLBES, 2018, p. 59).

Para promover uma educação para e com as tecnologias, de modo que ela possa contribuir para a formação científica e tecnológica do cidadão, é necessário que o professor busque temas pertinentes à realidade e aos acontecimentos ao redor dos alunos como apareceram nas categorias: “Necessidade de compreensão da imposição de novas tecnologias/técnicas” e “Como a crise (Covid) afeta a sociedade”. Neste trabalho, nosso intuito foi trazer discussões que envolviam os alunos de forma local, como as discussões envolvendo o uso de lâmpadas LED nas ruas da cidade deles e as campanhas de vacinação e de forma mundial, como as consequências do Covid-19 na vida das pessoas.

Todavia, para a educação para e com as tecnologias contribuir para a formação do indivíduo é necessário que ele obtenha conhecimentos sobre C&T, ou seja, explicações teóricas de conteúdo específicos, para que seja possível a construção de seus argumentos de forma coerente com os estudos científicos e tecnológicos, como, por exemplo, as argumentações envolvendo a importância da vacina e da vacinação. Essas características se encaixam nas categorias “Discussão de tecnologias e técnicas pautada em conhecimentos científicos”, “Importância da técnica ou tecnologia como garantia de vida”, “Tecnologia como produto da técnica” e “Tecnologia”

Embora as contribuições da sequência didática sobre técnicas e tecnologias, por meio de um viés CTS, permitam o desenvolvimento do aluno em vários aspectos, como citado anteriormente, também temos muitas limitações ao realizá-la.

Quando falamos em ensino público de qualidade, vimos que não pode existir qualidade se não existe a preocupação em dar boas condições de trabalho, como também condições apropriadas para os alunos. A realização da SD aconteceu em um período que os alunos estavam frequentando a escola em dois grupos, devido às condições sanitárias estabelecidas pela pandemia, deste modo, tinham-se em média entre 10 e 16 alunos por semana em cada sala, e isto favoreceu com que os alunos tivessem maior envolvimento com o conhecimento e gerassem discussões entre eles, e também era possível dar maior atenção a eles sobre questões socioemocionais advindas do período de confinamento. Ao finalizar a SD, um novo decreto estadual possibilitou a volta de todos os alunos para a escola e foi nesse momento que foi possível refletir sobre a pesquisa.

Na volta dos alunos, as salas de aula ficaram cheias e, muitas vezes, faltava espaço e, ao mesmo tempo, as questões socioemocionais dos alunos era um agravante, uma vez que as condições promovidas pelo vírus foram catastróficas, então era missão do professor, lidar com o conteúdo a ser ensinado, organizar a sala cheia de alunos, compreender os comportamentos socioemocionais dos alunos, além de contribuir para a formação deles. Vejo que não podemos

pensar na realização de uma SD sem pensar nas condições que nossos alunos chegam à sala de aula, bem como na formação científica e tecnológica de todos os integrantes de um grande grupo ao serem dadas as missões de um professor que foram citadas anteriormente. Todavia, quando pensamos na realização da SD com poucos alunos em uma sala de aula, ela se torna efetiva, pois tornam as discussões mais abrangentes e as condições relacionadas à organização da sala de aula minimizam-se.

De certa forma, a pesquisa mostra-se importante para as práticas educacionais e contribuem para a educação CTS com um viés focado na interação do termo tecnologia com as questões científicas e sociais. O contexto proporcionado pelo Covid-19 foi essencial para estabelecer a formação científica e tecnológica do cidadão, pois contribuirá para a construção de seus argumentos e questionamentos contra as imposições das técnicas e tecnologias.

A realização da SD em um contexto de QSC considerou a combinação das questões de pesquisa com os objetivos de aprendizagem, como o intuito de potencializar o alcance dos objetivos de ensino, de aprendizagem e de pesquisa. Desse modo, a pesquisa nos proporcionou como avaliar as potencialidades das discussões sobre tecnologias por meio das QSCs numa perspectiva de currículo CTS, que proporcionou aos alunos o reconhecimento das relações CTS nas discussões sobre tecnologias e técnicas e suas consequências; na aplicação destas relações em situações que envolvam o seu cotidiano e se relacionaram ao tema; na avaliação e a tomada de decisão sobre o uso das técnicas e tecnologias em momentos de crise, considerando seus aspectos éticos e morais, bem como na organização de ações sociopolíticas, visando melhoria das condições sociais associadas à produção de novas técnicas e tecnologias.

Ainda, cremos que exista a necessidade de atingir novos avanços nas pesquisas da área em educação para e com as tecnologias numa perspectiva CTS para que possamos contribuir positivamente para a educação e para a pesquisa em ensino de ciências, visando superar os modelos de ensino reprodutivistas até então existentes, mas faz-se necessário um maior investimento na aplicação do conhecimento e pesquisas produzidas por esses estudos, como realizado nessa dissertação, para que proporcione aos estudantes relações entre a problemática e a realidade para que eles possam desenvolver suas argumentações (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

5. REFERÊNCIAS

- AMARILDO CHARGE, 2011. Disponível em: <<https://amarildocharge.wordpress.com/2011/02/27/evolucao-das-armas/>>. Acesso em ago. 2021
- AMIGOS MÚLTIPLOS PELA ESCLEROSE. **Conheça melhor o seu remédio: Imunomoduladores e Imunossupressores, o que são?** 20 out. 2019. Disponível em: <<https://amigosmultiplos.org.br/noticia/conheca-melhor-o-seu-remedio-imunomoduladores-e-imunossupressores-o-que-sao/>>. Acesso em: outubro 2020.
- ANGOTTI, J. A; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o papel da Educação. **Ciência e Educação**, vol.7, n.1, 2001, p.15-27.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSINGEN, I. V.; CERZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSÓRIO, C.; PEREIRA, L. T. V.; VALDÉS, C. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cuadernos de Iberoamérica. Madrid: OEI. 2003
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Educação (CNE), Câmara de Educação Básica (CEB). **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998. Brasília: MEC/CNE/CEB, 1998.
- Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.
- BRISKIEVICZ, D. A. “O MOMENTO DA VERDADE”: TECNOLOGIA E POLÍTICA NO MUNDO MODERNO EM CRISE A PARTIR DE HANNAH ARENDT. *REVES-Revista Relações Sociais*, v. 2, n. 1, p. 0079-0091, 2019.
- CARDOSO, C. Covid-19: Vacinas criadas à velocidade da luz. O que explica esta rapidez para alguns tão suspeita?. *Visão Saúde*. 2021. Disponível em: <<https://visao.sapo.pt/visaosaude/2021-01-04-covid-19-o-problema-das-suspeitas-vacinas-criadas-a-velocidade-da-luz/>>. Acesso em: set. 2021
- CERZO, J. A. P. Ciencia, tecnologia y sociedad. In: IBARRA, A.; OLIVÉ, L. **Cuestiones éticas em ciencia, tecnologia y sociedad em el siglo XXI**. Madrid: OEI, 2003.
- CHURCHILL, P. Peste Negra: como uma das maiores pragas do mundo chegou ao fim. **Aventuras na História**. 2020 Disponível em: <<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/historia-peste-negra-como-uma-das-maiores-pragas-do-mundo-chegou-ao-fim.phtml>>. Acesso em jul. 2020
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália M.; NUNES-NETO, N. (Orgs). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFA. p. 77-118, 2018.
- COUTINHO, C. P. et al. Investigação-ação: metodologia preferencial nas práticas educativas. 2009. **Revista Psicologia, Educação e Cultura**. ISSN 0874-2391. Instituto de Educação. Universidade de Minho, Portugal. 355-380 p.

CRESCÊNCIO, Cintia Lima. Revolta da vacina: higiene e saúde como instrumentos políticos. **Biblos**, v. 22, n. 2, p. 57-73, 2008.

DE PAULA, L. T.; DA SILVA, T. R. S.; BLANCO, Y. A. Pós-verdade e fontes de informação: um estudo sobre fake news. **Revista Conhecimento em Ação**, v. 3, n. 1, p. 93-110, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez. 1990.

DELIZOICOV, D. (1982). **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. Dissertação de mestrado. São Paulo: IFUSP/FEUSP. 1982

DUBY, G. **Ano 1000, ano 2000: na pista de nossos medos**. São Paulo: Editora UNESP/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 1999.

FERREIRA, V. Pós-Verdade e Covid-19: dois perigos ao jornalismo. **Observatório da Imprensa**. 2021. Disponível em: <observatoriodaimprensa.com.br/imprensa-em-questao/pos-verdade-e-covid-19-dois-perigos-ao-jornalismo/>. Acesso em: set. 2021

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

GALVÃO, J. 2021 Disponível em: <<https://ongchapada.org.br/em-carta-asa-defende-vacinacao-publica-gratuita-contra-covid-19-e-manutencao-do-auxilio-emergencial/>>. Acesso em ago. 2021

GARCÍA, M.I.G.; CEREZO, J.A.L.; LÓPEZ, J.L.L. **Ciencia, Tecnologia y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos. 2000.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como ideologia**. Tradução de Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1968.

HALL, Budd L. From margins to center? The development and purpose of participatory research. **The American Sociologist**, v. 23, n. 4, p. 15-28, 1992.

HARVEY, David. The fetish of technology: Causes and consequences. **Macalester International**, v. 13, n. 1, p. 7, 2003.

HAYS, J. N. **Epidemics and pandemics**. Their impacts on human history. Austin, Texas: Fundação Kahle, 2005.

HODSON, D. **Looking to the future: building a curriculum for social activism**. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

KRAGH, H. **Quantum generations** – A history of Physics in the twentieth century. New Jersey: Princeton University Press. 5^a ed. 2002.

KELLNER, D. **Herbert Marcuse and the crisis of Marxism**. Berkeley, CA: University of California Press, 1984.

KELLNER, D. “O Marcuse desconhecido: novas descobertas nos arquivos”. In: MARCUSE, Herbert; KELLNER, Douglas (ed.), **Tecnologia, Guerra e Fascismo**. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1999, p. 15-69.

LUTE CARTUNISTA, 2012. Disponível em <http://admiradoresdafisica.blogspot.com/2012/08/energia-nuclear_7.html>. Acesso em ago. 2021

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A CONSTRUÇÃO DE UM PROCESSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DIALÓGICO: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS¹. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 14, p. 199-215, 2012.

LAFER, C. A ONU e os direitos humanos. **Estudos avançados**, v. 9, n. 25, p. 169-185, 1995.

LEAL, G. C. G.; DE FARIAS, M. S. S.; ARAUJO, A. F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualitas revista eletrônica**, v. 7, n. 1, 2008.

LIMA, R. I. S. O conceito de tecnologia no pensamento de Herbert Marcuse: estudo introdutório. 2020. Revista Lampejo - vol.9 , nº 1 p. 222-234

LORENZETTI, Jorge et al. Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária.

Texto & Contexto-Enfermagem, v. 21, p. 432-439, 2012.

MAGENTA, M. Coronavírus: como desigualdade entre ricos e pobres ajuda a explicar alta de casos de covid-19 em Manaus. BBC News. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-54472139>>. Acesso em ago. 2020.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da pesquisa em educação**. 2^a.ed. Rio de Janeiro: LTC. 2011

MARCUSE, H. **A ideologia da sociedade industrial**. Rio de Janeiro: Zahar editores, 1973a.

MARCUSE, H. **A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional**. Tradução de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

MARCUSE, H.; KELLNER, D. **Tecnologia, guerra e fascismo**. São Paulo: Unesp, 1999.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores. 2012.

GEREMIAS, B. M.; CASSIANI, S. A tecnologia como problema na educação em ciência, tecnologia e sociedade: análises de uma oficina de leitura na formação de professores de ciências. *Inter-Acao*, v. 41, n. 3, 2016.

MENEZES, C. R.; SANCHES, C.; CHEQUER, F. M. D. Efetividade e toxicidade da cloroquina e da hidroxicloroquina associada (ou não) à azitromicina para tratamento da COVID-19. O que sabemos até o momento?. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2020

MERÇON, F.; QUADRAT, S. V. A radioatividade e a história do tempo presente. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 27-30, 2004.

MILLER, J. D. Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know. **Public Understand of Science**, London, v. 13, n. 3, p. 273-294, 2004.

OLIVEIRA, E. M. Transformações no mundo do trabalho, da revolução industrial aos nossos dias. **Caminhos de Geografia**, v. 5, n. 11, 2004.

OLIVEIRA, Samuel Samir Barbosa et al. Energia nuclear: vantagens e desvantagens. **Anais do VIII SIMPROD**, 2016.

ORTEGA Y GASSET, J. **Meditación de la técnica: y otros ensayos**. 7ed. Madrid: Revista de Occidente, 1977.

PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D. (org). **The role of moral reasoning on Socioscientific Issues and discourse in Science Education**. The Netherlands: Kluwer Academic

Publishers, 2003. p.219-39.

PELLEGRINI, M.; DIAS, A. M.; GRINBERG, K. **Novo olhar história – vol. 1**. 1ed. São Paulo: FTD, 2010a

PELLEGRINI, M.; DIAS, A. M.; GRINBERG, K. **Novo olhar história – vol. 3**. 1ed. São Paulo: FTD, 2010b

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINTO, A. V. **O Conceito de Tecnologia-volume 1**. Contraponto Editora, 2005.

PISANI, Maria M. A “máquina” como instrumento de controle na sociedade tecnológica: Herbert Marcuse crítico da tecnologia. In: **Anais do Congresso Internacional A Indústria Cultural Hoje**. Piracicaba: Unimep, 2006.

PORTO, M. Y. Uma revolta popular contra a vacinação. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 1, p. 53-54, 2003.

PREFEITURAS implementam medidas para evitar que pessoas escolham vacina. G1 – Jornal Nacional, São Paulo, 05 de jul. de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/07/05/prefeituras-implementam-medidas-para-evitar-que-pessoas-escolham-vacina.ghtml>>. Acesso em set. 2021.

PROCTOR, Robert N. **The Nazi War on Cancer**. New Jersey, USA: Princenton University Press, 1999.

QUERALTÓ, R, M. The Nexus between Technology and Society: Philosophical patterns of rationality and technological change. In: GONZÁLEZ, W.J. **Science, technology and society: a philosophical perspective**. Netbiblo. A Coruña: Espanha. 2005.

REZENDE, R. Doutores da agonia: por dentro da ciência nazista. Super Interessante. São Paulo, 12 dez. 2006. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/doutores-da-agonia/>>. Acesso em: 28 jul 2021.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C T S (Ciência Tecnologia Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso), Belo Horizonte, v. 2, n.2, p. 133 162, 2000.

SANTOS, L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p.191-218. 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/355>. Acesso em: 27 set. 2021.

SANTOS, V. H. O. et al. Tecnologia Nuclear: os dois lados da moeda. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 21-47.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 21-47.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo Paulista**: área de Ciências da Natureza. São Paulo: Seduc-SP, 2019.

SILVA, K. M. A. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o ensino de ciências**. 2016. xxii, 301 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

TORRES, N.; SOLBES, J. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 59-76.

URQUIZA, M. A.; MARQUES, D. B. Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica. **Entretextos**, v. 16, n. 1, p. 115-144, 2016.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. **O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação**: Uma Re-visão. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (I SINECT), Ponta Grossa, UTFPR, p.98-116, 2009.

VERASZTO, E. **Prometeu e um conto sobre a tecnologia**. 2016. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/apedra/2016/06/14/prometeu-e-um-conto-sobre-a-tecnologia/>>. Acesso em maio 2021

VOGT, C.; POLINO, C. Percepção pública da ciência: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Campinas: **Editora da Unicamp**; São Paulo: FAPESP, 2003.

APÊNDICE 1

Transcrições das aulas

Nas aulas, contamos com a participação de uma média de 15 alunos em cada aula, porém nem todos os alunos contribuíram para as discussões. Nomeamos os estudantes como E1, E2, E3 e assim por diante de acordo como as respostas foram surgindo, mantendo uma sequência de respostas.

3.4.2.1 Primeira aula

No primeiro encontro, inicializamos a discussão por meio da leitura do texto “Prometeu e o avanço tecnológico”, com o intuito de introduzir os alunos à temática e sanar dúvidas sobre vocabulário para melhor compreensão, além de fazer o uso de algumas questões norteadoras. A primeira questão a ser discutida foi a Q1, pois ela possibilitaria compreender o entendimento dos alunos em relação ao texto, abaixo segue as transcrições das respostas dos alunos:

E1 – “Construir e dar moradia”

E2 – “Se aquecer”

E3 – “Enxergar no escuro”

E4 – “Preparar comida”

E5 – “Produzir objetos”

Logo em seguida, depois da Q1, a Q2 foi lançada para os alunos como complemento da discussão anterior para compreensão do conceito da palavra tecnologia.

E1 – “Algo que auxilia o homem nas coisas da vida”

E2 – “Celulares e computadores”

E3 – “Os canos são uma tecnologia, porque fez que com a gente tivesse acesso a água”

E4 – “Toda tecnologia é algo que ajuda a gente fazer coisa boa”

E5 – “E coisas ruim também!”

E6 – “Tudo o que auxilia a nos alimentar e ter força para trabalhar”

Após as respostas, a Q3 foi lançada para os alunos para continuar o raciocínio e incremento das questões anteriores

E1 – “O fogo auxilia no bem-estar do homem, como aquecer e preparar comida”

E2 – “O fogo não é uma tecnologia porque existia antigamente e não era muito utilizado e por não ser utilizado não pode ser tecnologia”

E3 – “O fogo pode ser uma tecnologia porque ajuda a gente a sobreviver”

Em seguida foi perguntado para os alunos se realmente o fogo possibilitava o bem-estar de todos os seres na Terra

E1 – “Não, minha tia teve 80% do corpo queimado por causa do fogo”

E2 – “O fogo na Amazônia destruiu várias regiões”

E3 – “Os caçadores da Amazônia “tacaram” fogo porque eles queriam caçar animais para vender e comer”

E4 – “Eles tacaram fogo para ter lugares para criar bois e produzir carne”

Depois das respostas acima, foi explicado para os alunos que as tecnologias são responsáveis também pela destruição de povos, ambientes e entre outros, por meio das respostas dos alunos, foi possível problematizar que as tecnologias não são em todo momento desenvolvidas para ter a garantia do bem-estar das pessoas. Nesse momento citamos do exemplo da televisão e do celular, que perguntamos aos alunos se ela poderia ser considerada uma tecnologia boa ou ruim.

E1 – “Sim, porque nem todas as pessoas têm televisão”

E2 – “Ficar muito tempo no celular causa problemas na visão, e na televisão também”

E3 – “Os dois foram bons porque possibilita a comunicação à longa distância”

E4 – “O celular pode espalhar notícias falsas, e muita gente acredita”

E5 – “Se a gente ficar no celular muito tempo, podemos ter problemas nas costas também.”

E6 – “O bom é que tivemos mais serviços tecnológicos e facilitou nossa vida”

3.4.2.2 Segunda aula

No segundo encontro, foi perguntado para os alunos qual seria o real impacto da bomba atômica para as pessoas e para o mundo

E1 – “As pessoas viram a bomba atômica como algo não muito bom”

E2 – “Foi bom para alguns e bom para outras pessoas. No começo, as pessoas ficaram com medo da destruição”

E3 – “As pessoas viram as mortes e a destruição e não se sentiram muito bem.”

Após essa interação, foi perguntado aos alunos se eles conseguiriam identificar quais seriam as intenções e consequências do lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki

E1 – “Para mostrar que eles tinham poder”

E2 – “Demonstração de poder”

E3 – “Essa tecnologia fez com que outros países tivessem medo dos EUA”

E4 – “Isso fez com que os EUA se sentissem protegido com as bombas”

Após a discussão, resolvemos comparar os impactos econômicos e sociais da bomba, porém os alunos se sentiram confusos em relação à essa discussão, portanto buscamos discutir os impactos econômicos e sociais sobre a pandemia da Covid – 19, uma vez que eles teriam maior argumento, pois eles estão inseridos nos acontecimentos atuais

E1 – “A covid causou medo em todos”

E2 – “A pandemia casou muitos prejuízos e destruição”

E3 – “A covid acabou com as famílias, e a bomba atômica também”

E4 – “A economia foi afetada porque muitas empresas fecharam, e a falta de clientela que estavam em casa por causa do medo”

Feito isso, adentramos o assunto para que os alunos entendessem que os nossos métodos de proteção são tecnologias que garantissem o nosso bem-estar, para isso foi perguntado para os alunos quais os principais objetivos dos métodos de prevenção

E1 – “Com a covid a gente tentou se proteger, com máscara”

E2 – “Usar álcool em gel, máscara e lavar as mãos”

E3 – “Isolamento”

E4 – “Tirar a roupa antes de entrar dentro de casa e lavar as roupas”

Diante das respostas acima, perguntamos se eles compreendessem que todos os argumentos utilizados anteriormente seriam passíveis de serem tecnologias e quais seriam seus benefícios.

E1 – “São sim, porque garante nossa segurança”

E2 – “Elas trazem bem-estar”

E3 – “Muitas pessoas não acreditaram que as máscaras poderiam salvar nossas vidas”

E4 – “Lavar a mão é uma tecnologia porque mata todas as bactérias e garante saúde e segurança”

E5 – “O sabão é uma tecnologia antiga e simples, mas ninguém soube que é bom como o álcool em gel e só se preocuparam em usar o álcool”

E6 – “Lavar as mãos nos dá saúde e segurança”

E7 – “O isolamento também”

E8 – “Professor, a vacina também salva as pessoas e a economia”

Diante a resposta do E8, introduzimos uma nova discussão para auxiliar na compreensão de que vacinas também são tecnologias e quais poderiam ser suas consequências

E1 – “Professor, as vacinas vieram para salvar os problemas que a covid deixou”

E2 – “A vacina pode ter consequências ruim, professor. Uma vacina nova pode dar vários efeitos colaterais.”

E3 – “Professor, a vacina talvez não seja tão eficiente, porque eu vi que pessoas mesmo com vacina, ficaram doentes.”

Em seguida, pautamos a discussão para ouvir a opinião dos alunos sobre se eles acreditavam na nova vacina desenvolvida contra a covid e se eles tomariam a vacina

E1 – “Não, porque teve gente que tomou a vacina e mesmo assim pegou corona”

E2 – “Teve um amigo da minha mãe que faleceu mesmo tido tomado a vacina”

E3 – “Eu tomaria vacina para ter minha segurança.”

E4 – “Eu tomaria para salvar minha vida”

Logo após, voltamos ao contexto da bomba atômica e foi explicado os impactos éticos e morais, bem como a explicação científica da produção de uma bomba atômica e quem estava por trás do seu desenvolvimento. Depois da explicação, lançamos mais uma questão norteadora “O que é tecnologia” (Q8) a fim de concluir com o encontro.

E1 – “São coisas que o ser humano faz que podem ser boas ou ruins para a sua sobrevivência”

E2 – “As tecnologias podem demonstrar poder e dominação, e podem causar erros se não for utilizada corretamente”

E4 – “A tecnologia pode ser tudo, qualquer coisa que o homem faz para ele ter uma boa vida na Terra”

E5 – “É tudo que pode ajudar a gente”

E6 – “É o que a gente produz e ela pode nos dar um poder que pode ser superior ou inferior, dependendo da situação”

E7 – “Têm pessoas que trabalham pelo celular, isso é uma nova tecnologia, o cano de água, por exemplo, é uma tecnologia. As tecnologias garantem para nós trabalhos, aprendizagens e segurança.”

E8 – “São coisas que a gente cria para nos dar proteção, criação, dominação e para facilitar as atividades nos dias.”

3.4.2.3 Terceira aula

No terceiro encontro, iniciamos as discussões por meio de imagens de aparatos que foram utilizados para o desenvolvimento da humanidade. As imagens contavam com perguntas norteadoras como do tipo “Para que serve?”; “Por que foi necessário desenvolver essa tecnologia?”; “Quais foram os lados negativos e positivos do desenvolvimento desse aparato

tecnológico?” possibilitando rever qual foi o aprendizado dos alunos em relação às aulas anteriores. A primeira imagem mostrou pedras lascadas com formato pontiagudo que foi utilizado pelos nossos ancestrais para caça.

E1 – “Parecem lanças, era utilizado para matar bichos e comer.”

E2 – “São armas que era usado para sobreviver como caçar animais”

E3 – “É uma tecnologia usada para procurar comida, mas pode machucar outras pessoas também”

E4 – “A lança fez com que conseguíssemos ter comida, mas também foi usado para ter lutas com os outros”

E5 – “Essa pedra fez com que a gente matasse animais e pessoas também.”

E6 – “Por meio das lanças, houve produção de outras novas armas.”

E7 – “A lança foi responsável por mortes para a conquista de territórios.”

E8 – “A lança fez com que o homem dominasse um local e a partir disso ele conseguiu desenvolver outras coisas para construir casas.”

A segunda imagem foi um navio utilizado da época das navegações.

E1 – “O navio era usado para locomoção no oceano.”

E2 – “Para transporte de africanos na época da escravidão do Brasil”

E3 – “Era usado para transportar várias coisas no mar e para pesca.”

E4 – “O navio foi utilizado como técnica para guerrear no mar.”

E5 – “Os navios foram feitos para a conquistas de outros espaços e povos.”

E6 – “Um lado negativo foi usado para tráfico de escravos, isso mostrou domínio dos africanos.”

E7 – “É usado para exploração do oceano, para encontrar novos países e também fez com que povos fossem dominados como os índios.”

A terceira imagem, mostrava alguns bois em um pasto

E1 – “Os gados são fontes de comida, mas para criar tem que desmatar.”

E2 – “É comércio porque a gente consegue dinheiro”

E3 – “A domesticação do gado foi uma tecnologia para facilitar a vida.”

E4 – “Criar gados é uma técnica, porque domesticar animais deu bem-estar para nós.”

E5 – “Os gados nos dão comida, mas eu vi que usa muita água para criar eles e além de matar árvores.”

Após os alunos argumentarem suas concepções diante às imagens, passamos para o segundo momento da aula que era compreender o senso crítico diante das charges mostradas. Inicialmente mostramos a figura 2.

E1 – “As armas foram usadas para nos proteger e dominar territórios.”

E2 – “A charge é interessante, o carro pode ser uma arma pois pode atropelar pessoas e animais.”

E3 – “O carro facilitou a vida das pessoas, mas ele polui também.”

E4 – “As armas evoluíram, mas o sentido dela é o mesmo, matar, destruir e dominar.”

Em seguida projetamos a figura 1.

E1 – “Mostrou que o domínio está nas mãos dos Estados Unidos”

E2 – “Que é seguro viver nos EUA porque ninguém vai atacar pelo motivo de eles terem uma tecnologia de destruição”

E3 – “Os EUA utilizaram a bomba para se proteger de ataques”

A última charge (figura 3) veio com o intuito de intensificar as discussões sobre a importância das tecnologias. Como essa última charge abordava ideias sobre o movimento anti-vacina, essa aula contou com a explicação do contexto histórico no qual envolvia os acontecimentos da peste negra, gripe espanhola, a revolta da vacina e o contexto atual. Em seguida, explicamos as diferenças entre vírus e bactérias, uma vez que alguns alunos não tinham conhecimento entre o que são vírus e bactérias. Logo em seguida utilizamos a Q10 – “Cite alguns produtos tecnológicos que possibilitaram o desenvolvimento da humanidade. Vocês acham que esses produtos eram totalmente viáveis?” frente aos contextos envolvendo a pandemia

E1 – “A gente tem que ficar em casa para não pegar doença, e isso pode ser uma tecnologia”

E2 – “Lavar as mãos é algo tão simples, mas ajuda a gente a não se infectar”

E3 – “A quarentena é uma tecnologia antiga que nos ajudou a gente a sobreviver hoje.”

E4 – “O álcool em gel é uma tecnologia nova, mas o sabão é antiga e é bem eficaz.”

Nesse momento, algumas dúvidas surgiram em relação a velocidade de propagação da doença, mostrando que muitos alunos não tinham conhecimento sobre quem eram os agentes principais na propagação do vírus e sobre a veracidade da vacina. Além disso, os alunos argumentaram que alguns familiares não estavam confiantes sobre a vacinação. Diante disso, apresentamos vídeos explicativos sobre o que é vacinação e como ela é feita, além de exemplificar as pós-verdades envolvendo o contexto atual com o intuito de formá-los cientificamente e tecnologicamente e aguçando o senso crítico dos alunos.

Ao longo da explicação, muitas dúvidas foram surgindo, como qual era a faixa etária que era mais suscetível de adquirir o vírus, por qual motivo houve a demora da vacinação do Brasil, além de questões sobre os remédios a serem utilizados para não contrair o vírus. Ao

chegar ao final da aula, percebeu-se que os alunos se sentiram mais envolvidos nas discussões e argumentando entre eles sobre as viabilidades das decisões frente à busca de uma cura rápida. Por fim, apresentamos outro vídeo⁴ no qual explicava sobre a velocidade de produção da vacina contra a Covid – 19.

3.4.2.4 Quarta aula

Nessa aula os alunos trouxeram as pesquisas em relação às novas tecnologias que poderão ser inseridas na cidade de Leme – SP. Os alunos trouxeram pesquisas relacionadas à inserção de fibras ópticas e adoção de lâmpadas LED em substituição das lâmpadas convencionais para iluminação pública. Começamos a aula compartilhando os resultados das pesquisas entre os alunos e promovendo as discussões sobre o quão importante é eles terem momento de fala diante das decisões sobre as tecnologias. A primeira pergunta foi em relação ao aceite das fibras ópticas dentro do município

E1 – “Como posso aceitar algo se não tenho a garantia de que irá funcionar?”

E2 – “Eu não sei como produziram a fibra óptica e não sei se é eficaz.”

E3 – “As pessoas dizem que é bom, mas eu não consigo testar para ver se realmente estou recebendo uma internet rápida.”

E4 – “Eu só ouço falar de fibra óptica, mas nunca tive o conhecimento de como podem funcionar.”

E5 – “Qual o custo de uma fibra óptica? Eu vou pagar um valor e receber um produto de qualidade?”

Por meio dessa discussão, coube a nós explicar o funcionamento da fibra óptica destacando os fenômenos de reflexão dentro dos fios e destacando a diferença entre os fios de cobre utilizados atualmente além do custo de produção e como o usuário será beneficiado. Após essa explicação perguntamos para os alunos quais seriam os pontos positivos e negativos da inserção da internet de fibra óptica no município de Leme:

E1 – “Talvez nem todas as pessoas tenham acesso à fibra óptica, ficando com internet ruim.”

E2 – “Tem bairros que a internet não chega por conta de ser um bairro ruim, seria legal deixar a gente usar computador público na cidade.”

E3 – “Eu li que a fibra óptica não é bom para grandes distâncias, se for fazer em postes longe do outro pode bater um vento e quebrar e fazer a cidade ficar sem internet.”

E4 – “Essa nova internet vai ser boa para o comércio, e para facilitar nossa vida.”

⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Z-f8fsdDMI0>>. Acesso em Ago. 2021

Depois das respostas dos alunos, adentramos no assunto explicando para os alunos quais seriam as outras consequências diante o uso de fibra óptica. Em seguida, partimos para a discussão sobre a utilização de lâmpadas LED para iluminação pública. Perguntamos novamente para os alunos se eles aceitariam a inserção dessa nova tecnologia no município.

E1 – “Professor, as luzes dos postes são amarelas e gastam mais energia”

E2 – “A LED é muito cara, vai ter muito gasto para a cidade.”

E3 – “Eu acho que a LED é uma lâmpada muito fraca.”

E4 – “Concordo com o E3. Aqui na sala de aula precisam de muitas lâmpadas para iluminar bastante.”

Aproveitamos para perguntar para os alunos qual a necessidade de existir iluminação pública, uma vez que se caracteriza como tecnologia.

E1 – “Serve para os carros dirigir melhor a noite”

E2 – “Para enxergar melhor durante a noite”

E4 – “Para dar segurança para as pessoas durante a noite.”

E5 – “Para não ser roubado.”

Após as concepções dos alunos, explicamos qual a importância da iluminação pública de acordo com as respostas dos alunos, em seguida, voltamos ao contexto das lâmpadas LED perguntando sobre a eficácia da luz LED.

E1 – “Eu acho que não teria tanta potência para iluminar as ruas, iria ficar ruim.”

E2 – “Vai ficar ruim para a cidade porque vai precisar de “um milhão” de lâmpadas para iluminar igual a que tem agora”

E3 – “Estão falando que vai economizar na energia, a gente vai ter que pagar mais energia sabendo que não ilumina quase nada e precisa de um monte.”

E4 – “Eu acho estranho querendo colocar mais lâmpada falando que vai gastar menos.”

E5 – “E com a luz fraca as pessoas podem ser roubadas mais fácil.”

Com as concepções dos alunos, explicamos detalhadamente como era produzida uma lâmpada LED, quais materiais eram usados, bem como a sua disponibilidade na natureza, e também como é o descarte e reuso da mesma a modo de contribuir para a construção dos argumentos futuros dos alunos.

3.4.2.5 Quinta aula

Ao iniciar a aula, reproduzimos a animação intitulada *Happiness* (Felicidade, em português), que mostra uma crítica social devido à obsessão com a “felicidade” que marca as sociedades de consumo atuais. Um rato, como protagonista principal, segue em busca de um

mundo ideal por meio da aquisição incansável de produtos. O vídeo mostra a tendência de uma sociedade (neste caso, uma sociedade composta por ratos) na eliminação de uma tecnologia antiga para a aquisição de uma nova tecnologia, vista como melhor e mais potente devido ao auxílio da publicidade e do marketing desses produtos. Ao longo do vídeo o rato em questão não se sente completo com suas aquisições, entrando no mundo das drogas e passando por tratamento psiquiátrico. Depois desses acontecimentos, ao final do vídeo, vemos o rato na busca incansável por uma cédula de dinheiro que o leva até uma ratoeira que se fecha transformando assim em uma mesa de trabalho com um computador, identificando que estamos presos ao trabalho e ao dinheiro para acumulação de bens materiais e a incessante busca de “sucesso”.

Após a reprodução do vídeo, perguntamos qual a compreensão dos alunos sobre o vídeo exposto.

E1 – “Ele buscava a felicidade em qualquer coisa que dava para comprar.”

E2 – “Ele sempre procurava a felicidade comprando produtos novos todo momento.”

E3 – “Para ele, comprar era algo novo era o que deixava ele ser feliz.”

E4 – “Acho que a gente vive trabalhando para comprar as coisas.”

E5 – “As pessoas se matam para comprar uma coisa cara e esquecem das coisas simples.”

Em seguida, lançamos a questão norteadora “O que leva você a acreditar que a última tecnologia é sempre a melhor?”

E1 – “Um celular, todos sempre falam que é melhor que o outro quando lança um novo, mas ninguém nos explica qual o real motivo de ser melhor.”

E2 – “A gente não tem como saber se realmente é melhor, a gente compra porque todos falam que a tecnologia é nova mas eu não vi como foi produzido.”

E3 – “Tem um monte de carro novo, mas tudo é só estilo e a tecnologia é quase a mesma, se o carro anda, para mim já é bom.”

E4 – “Se explicassem melhor e a gente visse por que a tecnologia é melhor a gente ficaria mais tranquilo em comprar.”

E5 – “Acho que deveriam mostrar para a gente como o é feita a produção e explicar melhor para eu ter noção do que eu irei comprar.”

No último encontro, foi pedido para que os alunos refletissem sobre tudo que conversamos sobre as tecnologias e colocassem em prática para fortalecer a importância da cidadania. Para isso, solicitamos que os alunos escrevessem uma carta para o atual presidente da república qual é a importância da vacinação para a população. Antes de solicitar a atividade,

extraímos de noticiários informações sobre as atitudes do presidente frente à batalha contra a Covid – 19 e expomos o impacto dessas atitudes na sociedade.

E1 – “Olá, bom dia, presidente Jair Messias Bolsonaro, venho aqui te dizer a importância da vacinação nas pessoas e a importância da vacinação, bom se as pessoas não se vacinarem muitas pessoas vão ficar doentes e vão morrer porque o corpo das pessoas que não tomaram vacina não vão produzir anticorpos necessários para combater o vírus do corona vírus e se, a vacinação as pessoas vão morrer porque os anticorpos não foram ativados para combater a doença e muitas pessoas vão morrer e a vacina não vai adiantar em nada se quando as pessoas tomarem a vacina e não respeitarem o distanciamento social, ficarem aglomerados porque mesmo se as pessoas tiverem vacinadas, o vírus ainda pode se espalhar e contaminar outras pessoas que ainda não se vacinaram podem pegar o coronavírus e vão morrer por causa da aglomeração.”

E2 – “Bom dia, querido presidente Jair Messias Bolsonaro.

Vim, explicar a importância da vacinação e o uso da máscara. A vacinação é importante para nos prevenir das doenças e do vírus e a máscara para evitar que pegamos o vírus, já que vejo que você não gosta de usar.

A vacina serve para acelerar o nosso sistema imunológico fazendo com que fiquemos protegidos de doenças e vírus, já a máscara e o distanciamento servem para prevenir que contraímos o vírus mesmo não estando vacinados, mas mesmo assim com máscara e o distanciamento não estamos 100% protegidos por isso devemos nos vacinar. Você poderia propor mais coisas para as pessoas se protegerem e não ajudar a gente se aglomerar mais.”

E3 – “Carta para Jair Messias Bolsonaro...

Bom dia, Jair Messias, hoje vou falar pro senhor os benefícios sobre a importância sobre a vacinação e também sobre a importância da distância social e sobre o uso de máscara.

Então, a importância da vacinação, é sobre prevenir porque ela ajuda o nosso organismo a combater o vírus, quando ela entra em nosso corpo ativa nosso sistema imunológico e nos protege, e sobre essa demora das vacinas muitas pessoas acabarão morrendo, mesmo agora tendo vacina, todas as pessoas devem tomar e você deve falar para as pessoas se vacinarem também e falar que se elas não tomarem, podem pegar covid-19 e acabando morrendo. Sobre a importância do distanciamento, ele é bom para ajudar a não pegar covid e prevenir o espalhamento de doenças, sobre o uso de máscara, ela ajuda a proteger de pegar covid porque se conversarmos cara a cara pode sair um cuspe ou algo do tipo e a pessoas pegar.”

E4 – “Caro presidente Bolsonaro, bom dia, vim falar sobre a importância da vacinação, quem não se vacina não coloca apenas a própria saúde em risco, mas também a de seus familiares e

outras pessoas com quem tem contato, além de contribuir para aumentar a circulação da doença. E você sabe a importância do distanciamento? O distanciamento social é uma das medidas mais importantes e eficazes para reduzir o avanço da pandemia da Covid – 19. A doença é causada pelo SARS-COV-2 mais conhecido como coronavírus.

As vacinas nos ajudam a imunizar o vírus causador do covid, porque ele estimula o organismo a fazer anticorpos para as doenças. O senhor deveria prestar mais atenção e entender que a vacina é boa.”

E5 – “Senhor Bolsonaro, estou mandando essa carta para te perguntar o por que que a vacina é tão importante para nossas vidas e qual a diferença que vai fazer em nossas vidas. Vai proteger nossas vidas de quê? Quais os sintomas que nós vai ter e quanto tempo iremos sentir os sintomas?

Eu acho que você não sabe responder essas perguntas né? Para responder algumas delas acho que você deve saber que a vacina ajuda o nosso corpo a combater o que o covid faz nas pessoas e não deixa elas morrerem. A vacina tem estudos para fazer ela e ela veio para ajudar mas acho que você não sabe como ela é feita... você pode me explicar?”

E6 – “Caro senhor presidente da república, venho aqui por meio dessa carta lhe perguntar qual o motivo de vacinar as pessoas e porque a vacina é importante? Hoje em dia já foram vacinadas 1 terço da população brasileira e o senhor acha bom essa porcentagem de pessoas vacinadas no Brasil? E o senhor também participou da produção da corona vac? Você sabe que na produção dessa vacina os cientistas estudaram o vírus deixaram ele sem força e injetam ele em nós que faz nosso corpo criar imunidade contra o que o coronavírus faz com a gente, mas existe reação que deixa a gente ruim, mas é para nosso bem. O senhor está seguindo os protocolos de segurança para não poder pegar a variante delta? Se você não tiver muitas pessoas vão fazer igual você e as pessoas irão continuar morrendo e a máscara e o distanciamento ajuda a gente não espalhar mais o vírus e não criar novos casos. E por último, o senhor acha que com a sua decisão de não tomar vacina o senhor está ajudando a sua família e você mesmo?”

E7 – “Caro presidente, hoje vim falar uns motivos de tomar vacina. Bom, como milhares de pessoas morreram porque não tomaram vacina agora é bom tomar para não morrer mais pessoas já que a vacina ajuda nosso sistema imunológico a criar resistência contra o vírus já que eles injetam o próprio vírus do corona em nós e assim se pegar covid-19 não vai dar sintomas fortes e também não vai precisar intubar e não ir no hospital. Eu vou falar para você que o vírus não é uma simples gripezinha é um vírus que se espalhou e já contaminou milhares

de pessoas, e é por esses motivos e outro que todos devem se imunizar então por favor não recuse a vacina, agradeço desde já.”

E8 – “Olá querido presidente, eu acho que a vacina é importante para a nossa saúde, muitas pessoas falam que não é importante... A vacina protege a nossa vida, deixa a nossa vida mais protegida. A vacina ativa o nosso sistema imunológico, a nossa vida é muito importante. Na vacina tem o vírus sem muita força para causar problemas para nós e ativa o nosso sistema imunológico e deixa a gente imunizado contra as coisas ruins que o vírus faz. Você também deve conscientizar as pessoas sobre o como é importante as pessoas usarem máscara para não pegar o vírus, porque ao falar com outra pessoa sem máscara ela pode passar para outra por cuspe, pelo ar contaminado que a gente respira. Quarentena é importante para as pessoas não se aglomerarem e ajudar a passar o vírus rápido.”

E9 – “Presidente Jair Bolsonaro

O covid-19 não é uma gripezinha! Você como presidente do Brasil deveria saber do que você fala para os brasileiros. As vacinas são comprovadas cientificamente, diferente dos outros métodos que você falou por aí. Essas vacinas fazem que nosso sistema imunológico seja capaz de deixar fraco as causas que o vírus faz no nosso organismo, porém, a transmissão ainda ocorre mesmo estando 100% vacinado, por isso, o uso de máscaras e o distanciamento não devem parar, para que as pessoas que não foram vacinadas ou estão parcialmente imunizadas não corram o risco de ter sintomas graves ou morrer, uma pessoa vacinada pode transportar o vírus para qualquer lugar. Se o senhor participasse da produção da vacina, o senhor iria conhecer bem melhor.”

E10 – “Bom dia senhor presidente, trago aqui as minhas belas palavras para te informar sobre as vacinas, um uso preciso para o povo brasileiro e para a sociedade.

Prevenir doenças, a prevenção dessas doenças quando somos vacinados ajuda a prevenir nós mesmos e nossos familiares. As vacinas são essenciais para nosso organismo que dá imunização que ajuda a prevenir contra velhas e novas doenças que estão chegando por aí e ameaçando a nossa vida. A vacina é um jeito de fazer com que nosso corpo produza anticorpos para combater o vírus que foi injetado na gente, quando os anticorpos conhecem a doença nosso organismo vai saber lutar contra eles por isso que quando a gente vacina contra covid as pessoas não têm problemas muito sérios e não morrem. Eu espero que você entenda, as vacinas são sim importantes para a humanidade.”