

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**E MATEMÁTICA**

**DISSERTAÇÃO**

**FUNDAMENTOS PARA UMA PROPOSTA DE ENSINO HISTÓRICO-  
CRÍTICA SOBRE ENERGIA NUCLEAR A PARTIR DO PROGRAMA  
DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS (PROSUB)**

**Israel Silva Figueira**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA**

**FUNDAMENTOS PARA UMA PROPOSTA DE ENSINO HISTÓRICO-  
CRÍTICA SOBRE ENERGIA NUCLEAR A PARTIR DO PROGRAMA  
DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS (PROSUB)**

**ISRAEL SILVA FIGUEIRA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Claudio Maia Porto**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Área de Concentração em Ciência da Educação.

Seropédica, RJ  
Dezembro de 2020

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. *"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Finance Code 001"*

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

f471f      figueira, israel silva, 1971-  
Fundamentos para uma proposta de ensino histórico crítica sobre energia nuclear a partir do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) / israel silva figueira. - rio de janeiro, 2020.  
159 f.

Orientador: claudio maia porto.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2020.

1. pedagogia histórico-crítica. 2. prosub. 3. energia nuclear. 4. ensino de física. 5. prática social. I. porto, claudio maia, 1968-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**ISRAEL SILVA FIGUEIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Área de Concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/12/2020.

---

Claudio Maia Porto. Prof. Dr. - UFRRJ  
(Orientador)

---

Ana Cristina Souza dos Santos. Profa. Dra. - UFRRJ

---

Adriana Machado Penna. Profa. Dra. - UFF

Dedico esse trabalho à minha querida esposa Fátima e aos meus filhos, Isabela, Laís, Arthur e Vicente, por acreditarem e fazerem parte dos meus sonhos. Sem a presença de vocês a vida seria menos colorida e nada disso seria possível. Aos meus pais que me educaram para a senda da vida plena de desafios. E a todos os meus amigos, que juntos, lutamos por uma educação transformadora.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Professor Claudio Maia Porto pelos conhecimentos em sua orientação, pela liberdade que me concedeu na escrita e dedicação na construção desse trabalho. Muito grato por tudo.

A todo corpo Docente do PPGEducIMAT pela partilha de saberes.

Agradecimentos especiais às Professoras Ana Cristina Souza dos Santos/UFRRJ e Adriana Machado Penna/UFF, pela maestria dos conhecimentos compartilhados, pela dedicação e carinho em contribuir com seus saberes. Serei eternamente grato.

A todos os servidores e funcionários do PPGEducIMAT da UFRRJ.

A todos os companheiros de turma do Programa, pela vivência e experiências compartilhadas em educação.

## BIOGRAFIA

Posso dizer que a minha trajetória como sujeito para o mundo, como aquele que se reconhece como sujeito da produção do conhecimento, começa em 1986, quando ingressei no Centro de Formação Profissional Silva Freire, aos 14 anos de idade, acumulando conhecimentos práticos e teóricos durante três anos para me qualificar profissionalmente como Ajustador Mecânico. Concomitante a esta jornada, e em turno noturno, continuava a minha formação escolar com o então 2º grau técnico na Escola Técnica do Rio de Janeiro. Era o curso técnico em mecânica, que a ele se somaram o de desenhista e projetista mecânico. Aos 17 anos me tornei apto a ingressar no Ensino Superior. Embora almejasse o curso de engenharia, a necessidade de trabalho e a impossibilidade de custear ou frequentar uma universidade pública à época, me levou ao lugar das Licenciaturas, já em 1989, no Curso de Ciências da então Faculdades Integradas Moacyr Sreder Bastos. Uma instituição privada tipicamente destinada a classe trabalhadora que buscava pelo Ensino Superior. Concluí este curso em 1992. Foi um tempo de grande agitação política e econômica para o país, mas como trabalhador do setor ferroviário, dividia o meu tempo com a Especialização em Física Moderna, tratando da temática da indistinguibilidade quântica, enquanto sonhava com a possibilidade de viver da vida acadêmica. A avalanche neoliberal no país trouxe as privatizações e a carreira do magistério foi a minha grande salvaguarda e aliada nesses tempos difíceis. Em 1996, aos 25 anos, iniciei a carreira pública como professor do Município do Rio de Janeiro, como professor de Matemática para o Ensino Fundamental, que logo foi acompanhado, em 1997, de minha segunda matrícula, já como professor de Física da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, conhecendo e me identificando com os meus alunos, com as dificuldades da realidade da classe trabalhadora que ainda vê na educação escolar a esperança e o refúgio para uma vida melhor. Nesse tempo conheci a massificação do trabalho docente, com suas jornadas intermináveis de aulas e tarefas, divididas entre as escolas públicas e privadas em que lecionava. Esse tempo me trouxe também a minha primeira filha, a paternidade e também o fim de um relacionamento. Buscando novas realidades, ingressei no Programa de Mestrado da Universidade Técnica de Lisboa, com o curso de Desenvolvimento Humano, na linha de pesquisa sobre o Desenvolvimento da Criança. Com ele conheci e pesquisei sobre o Bullying escolar para a realidade brasileira, concluindo o curso em 2002. Nesse tempo, atuei como coordenador técnico do Programa Anti-Bullying da ABRAPIA até 2004, e iniciei, em 2003, minha carreira no magistério superior, principalmente como docente do curso de Pedagogia e das Licenciaturas. Nesse período tiveram início as minhas primeiras publicações acadêmicas em Educação e as minhas indagações críticas à educação brasileira. Com esse tempo, em 2007, veio a minha segunda filha, um novo amor, o amadurecimento como pai e o desejo de ser pesquisador – coisas de proletário que sonha com a emancipação do mundo burguês. Mas a realidade veio ao meu encalço, conhecendo o desemprego pela primeira vez. Nesses tempos difíceis a alegria me sorriu mais uma vez, dessa vez em dose dupla, com os meus gêmeos Arthur e Vicente. Foi necessário mudar de rumo profissional e sossegar o ímpeto pelo magistério. Assim, ingressei em 2009 na carreira da Tecnologia Militar, do Ministério da Defesa, pelo Comando da Marinha. Com ela conheci e vivenciei pela primeira vez outros mundos, outras culturas, mas sempre me mantive atento à carreira do magistério e a buscar por aperfeiçoamento. Assim, concluí em 2017 o Curso de Licenciatura em Pedagogia e a Especialização em Ensino de Matemática e Física. Retornei a publicar sobre o ensino e a aprendizagem. A liberdade e a experiência do amadurecimento humano me permitiram sonhar outra vez, dessa vez, aos 49 anos, com o Mestrado em Educação em Ciências. E sigo assim, escrevendo, pesquisando e atuando como professor da Educação Básica.

## RESUMO

FIGUEIRA, Israel Silva. **Fundamentos para uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear a partir do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB)**. 2020. 149p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto de Educação, Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Este trabalho tem a finalidade de contribuir com a fundamentação de uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear para o Ensino Médio, tomando o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) da Marinha do Brasil como objeto da prática social e o método de ensino da pedagogia histórico-crítica como fundamento pedagógico. Trata-se de uma pesquisa exploratória, do tipo quantitativa e qualitativa, que através de uma revisão de literatura e do questionário *on line* como instrumento de pesquisa, buscou-se coletar impressões de professores de ciências da educação básica sobre suas práticas de ensino, sobre o PROSUB e sobre a pedagogia histórico-crítica como teoria crítica da educação. Das análises e reflexões obtidas na revisão de literatura e nas respostas dos professores, concluímos que para fundamentar uma proposta histórico-crítica de ensino sobre energia nuclear, o professor deve ser capaz de: compreender a natureza histórica e ontológica do trabalho educativo através do materialismo histórico-dialético como fundamento filosófico; saber organizar de forma articulada e intencional as múltiplas determinações constitutivas da dinâmica, da processualidade e das contradições da energia nuclear como conteúdo de ensino e como objeto da prática social; e ter o domínio pleno e seguro do método de ensino da pedagogia histórico-crítica como prática pedagógica. Como imposição do ensino histórico-crítico à educação escolar, cabe ao professor a tarefa de realizar a mediação dos signos entre o conhecimento científico sistematizado socialmente e o aluno, fazendo garantir para ambos, a apreensão sintética das relações sociais.

**Palavras-chave:** Pedagogia histórico-crítica. PROSUB. Energia nuclear. Ensino de Física. Prática social.



## ABSTRACT

FIGUEIRA, Israel Silva. **Foundations for a historical-critical teaching proposal on nuclear energy from the Submarine Development Program (PROSUB)**. 2020. 149p. Dissertation (Master of Science Education in Mathematics) Instituto de Educação, Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

This paper aims to contribute to the foundation of a historical-critical teaching proposal on nuclear energy for high school, taking the Brazilian Navy Submarine Development Program (PROSUB) as a social practice object and the teaching method of historical-critical pedagogy as a pedagogical foundation. This is an exploratory, quantitative and qualitative research, that through a literature review and online questionnaire as a research tool, search to collect impressions of science teachers of basic education about their teaching practices, about PROSUB and historical-critical pedagogy as a critical theory of education. From the analyzes and reflections obtained in the literature review and in the teacher's responses, we conclude that to support a historical-critical teaching proposal on nuclear energy, the teacher must be able to: understand the historical and ontological nature of educational task through historical-dialectical materialism as a philosophical foundation; knowing how to organize in an articulated and intentional way, the multiple determinations constituting the dynamics, of procedurality and contradictions of nuclear energy as teaching content and social practice, and have a full and safe knowledge of the teaching method of historical-critical pedagogy as a pedagogical practice. As an imposition of historical-critical teaching on school education, it is up to the teacher the task of mediating of the signs between socially systematized scientific knowledge and the student, making sure for both, the synthetic apprehension of social relations.

**Keywords:** Historical-critical pedagogy. PROSUB. Nuclear energy. Physics teaching. Social Practice.

## **LISTA DE ABREVIACÕES**

QSC – Questões sociocientíficas

PHC – Pedagogia histórico-crítica

PROSUB – Programa do submarino nuclear brasileiro

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 – Formulação do Problema .....	2
1.2 – Objetivos .....	5
1.2.1 – Objetivo Geral .....	5
1.2.2 – Objetivos Específicos .....	5
1.3 – Justificativas .....	5
<b>2. O SUBMARINO NUCLEAR BRASILEIRO .....</b>	<b>10</b>
2.1 – O programa nuclear brasileiro .....	10
2.2 – O programa nuclear da Marinha do Brasil .....	15
2.3 – O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e o submarino nuclear Brasileiro .....	18
2.4 – O empreendimento PROSUB e seus impactos .....	26
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>32</b>
3.1 – A Pedagogia Histórico-Crítica e sua relação com o trabalho educativo .....	32
3.1.1 – A construção da Pedagogia Histórico-Crítica .....	32
3.1.2 – O problema da educação escolar e os fundamentos da PHC .....	37
3.1.3 – O trabalho educativo e o método da PHC .....	42
3.2 – Ensino de Física no Brasil e os desafios para uma Educação em Ciências.....	54
3.2.1 – O início do ensino de Física no Brasil.....	55
3.2.2 – O ensino de Física no Brasil e a educação em ciências no século XX.....	61
3.2.3 – O ensino de Física e a educação em ciências na virada para o século XXI .....	70
3.3 – O contexto da alfabetização científica e do movimento CTS em Educação em Ciências.....	75
3.4 – Fundamentos para uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear.....	88
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>96</b>
4.1 – Sobre o universo e instrumento de pesquisa .....	97
4.2 – Os sujeitos da pesquisa .....	99
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>101</b>
5.1 – Análises dos dados sobre os professores .....	101
5.2 – Sínteses dos resultados do questionário .....	115
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>119</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>123</b>

## ANEXO

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca dissertar sobre educação, com intenções de compreender os modos e as práticas de ensino que ocorrem na educação escolar através do conceito de trabalho educativo desenvolvido por Dermeval Saviani, em sua Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Dessa forma, através do tema da energia nuclear como conhecimento científico, buscaremos refletir sobre a possibilidade de estabelecer uma relação pedagógica histórico-crítica entre os processos de ensino e aprendizagem e os conteúdos escolares, como aqueles que estão relacionados ao desenvolvimento mais recente do conhecimento e da prática social, concebendo-os como um saber escolar do mundo social atual.

As motivações que nos levaram a decidir pelo Mestrado Profissional em Educação em Ciências são reflexos da nossa experiência profissional e do desejo em buscar uma formação continuada como professor de Ciências da Educação Básica. Frequentemente em nossa prática docente, percebermos as contradições reais entre a realidade escolar e as capacidades e possibilidades de transformação dos sujeitos frente a essa mesma realidade. As primeiras reflexões que nos levaram a uma aproximação com a PHC como teoria da educação ocorreram em função de nossas reflexões sobre a prática docente e em buscar uma compreensão para as questões de dominação e de desigualdade que perpassam a educação escolar. Nesse sentido, buscamos com ela nos enriquecer teoricamente para a compreensão e elaboração de práticas pedagógicas contra essa estratégia de dominação percebida. Para nós, essa estratégia de dominação percebida através da educação escolar, é caracterizada pelo seu enfraquecimento político-social em socializar o saber elaborado, que exercendo uma ação supostamente neutra e fragmentada em relação aos conteúdos escolares como saber escolar, perpetuam as desumanidades da ordem social capitalista. Dessa maneira, ao dificultar a assimilação/apropriação desses conhecimentos, os alunos têm dificuldades em compreender ou ter consciência de sua condição de classe. Assim, os indivíduos por ela instruídos são esvaziados da percepção crítica dessa sociedade e são por ela incorporados apenas como classe produtiva, porém não privilegiada, a serviço do capital (SAVIANI, 2018a; 2019b; MARSIGLIA; BATISTA, 2012; BATISTA; LIMA, 2012).

Desejamos através da estratégia de pesquisa e da organização do trabalho, tratar não somente do conhecimento científico como um saber elaborado a ser tratado pela educação escolar, mas principalmente de sua importância e validade na integração e comunicação com outros saberes socialmente reconhecidos, traduzindo-se em um saber escolar. Entendendo que “garantir a apropriação de conhecimentos não só é indispensável à conscientização como se constitui elemento dela própria” (SAVIANI, 2006, p. 8).

Conforme a própria noção de trabalho educativo que será apresentado através da PHC, tomamos a prática social como a prática própria da sociedade atual em seu ponto mais avançado, concebida enquanto prática humana universal, historicamente produzida e socialmente acumulada. Portanto, é aquilo que foi incorporado às objetivações humanas construídas historicamente e que deverá ser apropriado pelas novas gerações, sob o risco de não se tornarem contemporâneas à sua época (SAVIANI, 2011a; 2018a; SANTOS JUNIOR, 2018).

Concebendo a escola como o lugar privilegiado da prática educativa, como uma modalidade da prática social em que os indivíduos podem *elaborar questionamentos e compreender melhor a realidade em que vivem*, tornou-se imprescindível para nós estabelecer

reflexões sobre os modos, as intenções e os saberes que são disseminados como conteúdos escolares e práticas educativas através da escola.

Como prática social escolar, a prática educativa se diferencia pela particularidade de trabalhar com a questão do conhecimento, mas entendendo que os conhecimentos com os quais ela trabalha, não são por ela produzidos. Os conhecimentos com que a escola trabalha são de outras práticas sociais, que se deram em contextos, muitas vezes, marcados por interesses e decisões diferentes daqueles da educação escolar, e que nem sempre são compartilhados democraticamente conforme as necessidades humanas como prática social. Por isso mesmo, cabia para nós como tratamento de investigação e posicionamento epistemológico, o trabalho necessário da crítica como pesquisa em educação.

Acreditamos que exercendo um olhar crítico e reflexivo sobre essas questões, investigando as práticas de ensino de professores de ciências como resultado do seu trabalho educativo, poderemos dar conta de alguns problemas no ensino de ciências, ou mais particularmente do ensino da física, fundamentando uma proposta de ensino histórico-crítica para ambos. Entretanto, tratar da problemática da comunicação do conhecimento científico como saber escolar, através da reflexão crítica e do entendimento da Ciência como um conhecimento histórico-social produzido por gerações humanas, que deve ser socializado como um saber elaborado e metódico pela educação escolar, não é tarefa simples e muito menos pode ser realizada por um conhecimento tácito apenas. Entretanto, é possível decifrar sua complexidade, apontar limites e traçar possibilidades para uma proposta diferenciada de ensino.

É sobre o assumir desta tarefa que estabelecemos os limites de nossa discussão como pesquisa, evidenciando o ensino e a aprendizagem da energia nuclear como prática social, que fundamentada historicamente, ensina a escola como espaço educativo formador e transformador.

Compreender essa dinâmica processual como problema, exige desvelar a essência que está na aparência do fenômeno social e educativo, que pela relação complexa entre ambos, é ela também uma relação histórica. Essa é a tarefa da crítica interessada e que se posiciona como prática educativa comprometida com a transformação.

Através da PHC e de sua lógica dialética como conhecimento, devemos compreender que a particularidade da investigação de um fenômeno como objeto de pesquisa, não pode estar desvinculado da totalidade (realidade como um todo estruturado) do fenômeno educativo como fato histórico-social. Do mesmo modo, a investigação, elaboração ou adoção de uma prática pedagógica escolar não pode deixar de considerar que a educação é um processo essencial e universal de formação da humanidade no homem, e por isso mesmo, de interrogar quem é esse homem: qual a sua natureza, que conhecimentos produz e para que tipo de sociedade ele deve ser preparado (SAVIANI, 1996; 2011a; 2018a; DUARTE, 1998; 2004; 2008a; 2008b).

### **1.1 – Formulação do Problema:**

Sabemos pelo último século, que o conhecimento científico sistematicamente transformou a realidade e promoveu enormes avanços para a humanidade, de maneira a influenciar praticamente todas as áreas do conhecimento e das práticas humanas. Hoje, seria impensável uma forma de organização humana equilibrada, capaz de ser gerida e regulada conforme as necessidades humanas, sem o conhecimento científico.

Para todo esse conhecimento, em particular através da Física, assistimos a uma verdadeira revolução da ciência no que se refere à compreensão do Universo, à constituição da matéria, ao conhecimento da vida natural e social, bem como da interação da consciência humana com todos esses fenômenos. Todo este conjunto de conhecimentos tem nos mostrado um universo incrivelmente belo, harmonicamente complexo e cheio de mistérios ainda a se desvelar. Entretanto, como produto histórico-social de toda humanidade, percebemos claramente que toda essa beleza, essa revolução do saber como ciência, não inclui, ou chega de forma diminuída e desigual, a todos em sociedade.

Como sabemos, a forma predominante de organização das sociedades humanas atuais se dá pelo domínio exclusivo do capital como modo de produção e reprodução dos bens materiais e culturais em sociedade. Esse modo de organização atual tem como sua unidade básica e célula fundamental, a forma mercadoria, que dimensiona e regula os processos valorativos das relações humanas em sociedade. Como também sabemos, os princípios que regem essa formação social como processo *sociometabólico* da vida humana, foram teorizados pelo pensamento moderno liberal, fundamentado nos conceitos de liberdade, igualdade e de propriedade privada, comparecendo na história social humana com dois protagonistas: o trabalhador e o capitalista (MESZÁROS, 2006). Assim, é através da educação dos homens livres que se dá origem à escola moderna, fundada socialmente sob o controle do Estado democrático, e marcando a divisão entre educação e o mundo do trabalho (SAVIANI, 2007).

Como fenômeno revolucionário e significativo produzido pela sociedade liberal, o advento da educação escolar como organização social universal e responsável pela formação dos indivíduos em sociedade foi uma grande conquista para a humanidade. Como um ente dessa sociedade liberal, coube à instituição escolar a função de partilhar o saber histórico elaborado acumulado como cultura humana, organizando o saber na forma de disciplinas e preparando os indivíduos para a ordem produtiva. A educação escolar, como um aspecto ou dimensão da vida social humana, é herdeira e se desenvolve no interior de um modo histórico de produção, determinada pelas condições materiais objetivas e por processos subjetivos próprios do seu momento histórico, enfrentando os processos contraditórios de lutas sociais (SAVIANI, 2007; 2011a; 2018a). Nesse sentido, compreendendo a educação escolar como um aspecto ou dimensão da vida social humana e herdeira de um modo histórico de produção, assumimos para o nosso trabalho a tese de Lombardi (2011), de que a educação é determinada, em última instância, pelo modo de produção da vida material, “isto é, a forma como os homens produzem sua vida material, bem como as relações aí implicadas, quais sejam, as relações de produção e as forças produtivas, são fundamentais para apreender o modo como os homens vivem, pensam e transmitem as ideias e os conhecimentos que têm sobre a vida e sobre a realidade natural e social” (*idem*, p. 347). Como consequência disso, em nossa sociedade capitalista dividida em classes sociais, as relações entre a vida individual e a cultura acumulada pelo gênero humano tornam-se particularmente complexas e contraditórias em consequência da propriedade privada dos meios de produção, da exploração da força de trabalho pelo capital e da consequente divisão social do trabalho (DUARTE, 2012; 2017; LOMBARDI, 2017; SAVIANI, 2017b).

Portanto, tomando o conhecimento humano como uma força produtiva, a riqueza produzida na forma de conhecimento elaborado como cultura humana, como riqueza objetiva e subjetiva, é apropriada de forma privada em sociedade, constituindo-se em capital, em vez de ser riqueza dos seres humanos em geral; portanto, não se constituindo plenamente o

conhecimento como riqueza objetiva e subjetiva para todos em sociedade, essa formação social cria contradições que se impõem como limites ao pleno desenvolvimento dos seres humanos em sociedade (DUARTE, 2004; LOMBARDI, 2011; SAVIANI; DUARTE, 2012).

Destarte, podemos dizer que a história dos processos sociais humanos, das instituições sociais modernas sob a égide do capital, dentre elas a escola, é a história da luta pela hegemonia do conhecimento como força produtiva e organização do mundo, como uma modalidade da prática social disputada entre dois protagonistas como atores histórico-sociais. É com essa disputa entre concepções de mundo que evidenciamos o caráter ontológico, histórico e mediador do trabalho educativo realizado pela escola, mas que exercido de modo nem sempre intencional e conscientizado, desqualifica a prática educativa como um ato político da prática social.

A sociedade capitalista é, portanto, dividida em classes com interesses antagônicos. Desse caráter da estrutura social capitalista decorre que o papel do professor na escola será um se ele se colocar a favor do desenvolvimento do capital, portanto, a serviço dos interesses da classe dominante, isto é, dos proprietários dos meios de produção. Será outro, se ele se posicionar a favor dos interesses dos trabalhadores, e não há possibilidade de uma terceira posição. A neutralidade é impossível. É isso o que se quer dizer quando se afirma que a educação é um ato político (SAVIANI, 2019a, p. 111 a 112).

Tomando a educação escolar como produto da forma social capitalista, tal como é compreendida pela PHC, trazemos para a nossa reflexão o conceito de trabalho educativo como um produto não material da atividade humana nessa sociedade, e que, portanto, também como mercadoria, tem uma objetividade social que precisa ser mais bem compreendida pela crítica a essa lógica social através da educação. Nesse sentido, não rejeitamos a tese da PHC acerca da necessidade de socialização do saber sistematizado e nem de que a educação escolar seja a forma historicamente mais desenvolvida de educação (SAVIANI, 2011a; 2018a; SAVIANI; DUARTE, 2012). E para tal, como crítica a esse modo de educação e forma de sociedade, tornamos o PROSUB objeto de investigação e tomamos como conteúdo de ensino os conhecimentos que integram o programa que desenvolverá o primeiro submarino nuclear brasileiro, reconhecendo o PROSUB como um momento da prática social global que deve ser desvelado como prática pedagógica através da educação escolar, fazendo da prática social o ponto de partida e de chegada do trabalho educativo, através do método pedagógico histórico-crítico. Acreditamos que neste objeto estão contidos conhecimentos científicos que constituem os conteúdos de vários campos e áreas das ciências. Ter essa compreensão nos leva a pensar, e a elencar, quais são os conteúdos indispensáveis para o ensino das diversas ciências que perpassam a escola.

Compreender os interesses e a processualidade em que se dá essa prática social que nos levará ao submarino nuclear é interrogar, através do trabalho educativo, sobre que condições materiais se dará a produção do submarino nuclear; do mesmo modo, esse mesmo trabalho educativo nos revelará a natureza do conhecimento científico socialmente produzido, vislumbrando também saber que possibilidades de transformação da realidade nós podemos alcançar com esses conhecimentos. Isto porque o processo de conhecimento que enfatizamos aqui como forma de saber escolar, não pode tomar a realidade como prática social se limitando somente àquilo que é imediatamente dado, sentido ou pensado como fenômeno.

Não pode se pôr em termos de processo de conhecimento, ao nível da obviedade apenas, restringindo-se a captar somente o evidente.

É preciso considerar-se, sim, as manifestações fenomênicas mais imediatas dos fatos da realidade em que se pretende atuar, mas considerá-las como ponto de partida e de chegada da investigação. É preciso, portanto, ultrapassar os limites destas manifestações mais imediatas para conhecer quais são suas raízes processuais, não imediatamente perceptíveis, que formam a totalidade onde tais manifestações são produzidas. Dizendo de outra forma: é preciso compreender o processo ontológico da realidade humana e de como esse processo tem se efetivado, historicamente, dentro das relações sociais de produção. (OLIVEIRA, 2005, p. 36).

Nesse contexto de reflexões, fundado sob a perspectiva de uma pedagogia como ciência da educação, é que destacamos a importância da PHC como mediação teórica para a formulação e tratamento do nosso problema de pesquisa: **é possível fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica para o Ensino Médio, organizado na seleção de conteúdos sobre energia nuclear, a partir do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) como objeto de investigação da prática social?**

Com a premissa dessa mediação teórica e no sentido de tratar essa questão como problema de pesquisa, nós acatamos como hipótese a ser testada a de que, a PHC pode fundamentar uma prática de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear para o Ensino Médio, fazendo do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) o fenômeno, o objeto que emerge na forma de conhecimentos como parte de uma totalidade social mais ampla, complexa e contraditória que se constitui como prática social global – como prática social inicial e final do trabalho educativo escolar. Pois para a PHC, é a prática social concebida como prática humana universal socialmente acumulada, o ponto de partida e de chegada à organização do trabalho educativo, e o momento essencial do seu método de ensino.

## **1.2 – Objetivos:**

A fim de validar a nossa hipótese sobre a posição histórico-crítica poder fundamentar uma prática de ensino sobre energia nuclear, tomando o PROSUB como fenômeno social e objeto de conhecimento, destacamos a aula como momento fundamental e imprescindível na relação professor-aluno como trabalho educativo. Assim, buscaremos ouvir professores de Ciências (Física, Química, Biologia e Matemática) sobre suas práticas de ensino, sobre o desenvolvimento do programa do submarino nuclear e sobre a PHC como teoria crítica da educação. Para tal, estabeleceremos como objetivos de pesquisa:

### *1.2.1 – Objetivo Geral:*

- Fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear para o Ensino Médio, tomando o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) como objeto da prática social.

### *1.2.2 – Objetivos Específicos:*



- Analisar as percepções de professores de ciências sobre o PROSUB, quanto as suas características técnicas e relevância histórico-sociais para o ensino;
- Examinar as percepções dos professores de ciências sobre suas práticas educativas escolares, tomando como mediação teórica, os fundamentos da pedagogia histórico-crítica;
- Articular as percepções dos professores de ciências com a PHC, a fim de fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica;
- Elaborar um Caderno de Orientações Pedagógicas para professores de ciências como Produto Educacional.

### **1.3 – Justificativas:**

O Programa de Desenvolvimento de Submarinos da Marinha do Brasil (PROSUB), que vai produzir o primeiro submarino nuclear brasileiro, está vinculado a um programa mais amplo e antigo que buscou oferecer autonomia e autossuficiência nessa tecnologia para o país: o Programa Nuclear da Marinha do Brasil (PNM).

Pensado desde fins da Segunda Guerra e sendo construído estrategicamente desde então, ele é hoje o maior e mais expressivo empreendimento científico e tecnológico em andamento no Brasil. Este programa está conferindo ao país o domínio sobre o ciclo do urânio, autossuficiência no enriquecimento e beneficiamento desse mineral como combustível nuclear e a promoção dessa tecnologia nos mais diferentes empregos sociais. Atingindo os objetivos traçados para esse programa, segundo seus idealizadores, o país será capaz de atingir a autonomia e o controle dessa tecnologia para o emprego militar, bem como atingir a autossuficiência tecnológica e científica na produção e pesquisa nuclear como matriz energética.

Por isso o PROSUB é considerado um projeto “dual”, de aplicação tanto militar como civil, que, a partir da pesquisa e do desenvolvimento das possibilidades tecnológicas que resultarão no pleno domínio da energia nuclear, também será capaz de beneficiar outros segmentos como força produtiva: geração de energia elétrica, agroindústria, propulsão de meios de transporte, pesquisa de novos materiais, tecnologias em diagnóstico e tratamentos da saúde, bem como impulsionar o desenvolvimento teórico e experimental das pesquisas científicas puras (MARTINS FILHO, 2014; KOGA, 2016).

Ainda segundo seus defensores, o programa nuclear que resultará no primeiro submarino nuclear brasileiro, possibilitará a retomada da pesquisa científica nuclear e o desenvolvimento de setores estratégicos da indústria, que através dos contratos que garantem a transferência de tecnologia e a nacionalização de equipamentos, promovendo impulsos na criação de novas ofertas de emprego para o país, impulsionarão para o desenvolvimento econômico esperado (MARINHA DO BRASIL, 2014; KOGA, 2016).

Juntamente com o Acelerador de Partículas SIRIUS para Luz Síncrotron, já inaugurado em 2018, o PROSUB está diretamente ligado à pesquisa no campo da Física pura e aplicada. Espera-se que, ambos, devem conferir desenvolvimento científico e tecnológico ao país, como vetores de alto grau de inovação tecnológica, de promoção da nacionalização de sistemas e equipamentos e desenvolvimento da ciência pura, com enormes desdobramentos para diferentes segmentos da sociedade. Estima-se que o SIRIUS envolveu cerca de R\$ 1,8

bilhão de investimentos<sup>1</sup>, mas só o PROSUB<sup>2</sup>, que representa uma parcela dos investimentos do PNM, apresentou como necessidade de recursos iniciais, em 2008, a ordem de 6,8 bilhões de euros para a firmação de seus contratos (cerca de 43,97 bilhões de reais atualmente)<sup>3</sup>. Isto representa 41,5% do orçamento da pasta de Defesa para 2020 (BRASIL, 2020).

A opção de tratar da energia nuclear como conteúdo de ensino, sendo abordado criticamente a partir do programa que nos levará ao primeiro submarino nuclear brasileiro, se deve, não somente por ser o próprio programa um fato histórico-social altamente relevante da prática social como ciência e para a sociedade brasileira, mas também pelo fato de a energia nuclear estar vinculada à produção de conhecimento que expressa um mais alto grau de elaboração científica como cultura humana. A energia nuclear é hoje um conhecimento científico-tecnológico altamente valorizado e estrategicamente disputado como saber elaborado no mundo, dominado por um pequeno e seletivo grupo de países como matriz energética e como produção e desenvolvimento de tecnologias militares (MATINS FILHO, 2014).

Mesmo com a significativa vultuosidade desses dois empreendimentos, tanto econômica como tecnocientífica, percebemos pouca mobilização crítica como reflexão pública sobre as finalidades político-sociais, os recursos econômicos, o emprego tecnológico e os impactos ambientais e humanos desse programa em sociedade. Com a exceção do setor acadêmico-militar e dos segmentos próprios da indústria nuclear que foram beneficiados pelo programa, não encontramos grandes discussões. Mesmo como produção literária acadêmica, o programa parece despertar pouco interesse, principalmente nas Ciências Sociais e Humanas. Exceções podem ser encontradas na Tese de Fernanda das Graças Corrêa pela UFRJ (CORRÊA, 2009) e nos trabalhos de João Roberto Martins Filho (MARTINS FILHO, 2011; 2014). Até o momento desconhecemos algum trabalho que relacione o PROSUB com a educação escolar.

Apenas para podermos ilustrar a dimensão dessas questões diante do cenário político-econômico que atravessamos atualmente, em fins de agosto de 2020, o governo brasileiro encaminhou ao Congresso Nacional um projeto de lei orçamentária com mais incrementos de investimentos nas Forças Armadas, chegando a dobrar o orçamento em 2021 para o desenvolvimento de aviões cargueiros pela Aeronáutica, para a implantação de um sistema de aviação pelo Exército e para a construção de submarinos de propulsão nuclear pela Marinha, acatando pedido da cúpula militar, mesmo o governo reconhecendo um cenário de crise econômica causado pela pandemia de Covid-19 e realizando cortes orçamentários em outras pastas. Inicialmente, o Ministério da Defesa queria mais R\$ 2,5 bilhões em investimentos, o que elevaria este orçamento específico de R\$ 6,7 bilhões em 2020 para R\$ 9,2 bilhões em 2021. A pasta conseguiu R\$ 1,47 bilhão a mais, com investimentos previstos de R\$ 8,17 bilhões para 2021. O projeto de lei orçamentária ainda será analisado pelo Congresso, que pode alterar valores, como costuma acontecer. O orçamento total do Ministério da Defesa, que abarca a Aeronáutica, o Exército e a Marinha, previsto para 2021, é de R\$ 110,7 bilhões, um valor 4,83% maior do que o orçamento para 2020. A maior parte desse dinheiro é gasto com pessoal (algo em torno de 82%), tanto com os militares da ativa quanto com os da

---

1 Revista Galileu em <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/04/apesar-de-cortes-obras-avancam-no-acelerador-de-particulas-sirius.html>, acessada em 24/06/2019.

2 [http://www.defesanet.com.br/prosub\\_doc/noticia/31387/MD---Apresentacao-do-PROSUB-e-o-Programa-Nuclear-da-Marinha/](http://www.defesanet.com.br/prosub_doc/noticia/31387/MD---Apresentacao-do-PROSUB-e-o-Programa-Nuclear-da-Marinha/), acessado em 24/06/2019.

3 Banco Central em <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/cotacoesmoedas>, acessado em 17/08/2020.

reserva. Na Marinha, os principais investimentos previstos são na construção de submarinos de propulsão nuclear. O orçamento de 2021 encaminhado ao Congresso reservou R\$ 646,8 milhões para essa finalidade, o dobro do que a lei assegurou para 2020 e o quádruplo do que o governo estipulou inicialmente para este ano. Também haverá mais dinheiro para a implantação do estaleiro e da Base Naval, destinados à construção e manutenção desses submarinos, assim como para a tecnologia do setor nuclear (EXAME, 2020).

Este trabalho busca se juntar ao pensamento educacional que tem como proposição pedagógica aquela que aponta na direção da educação crítica, na luta por uma sociedade em que esteja superado o problema da divisão do conhecimento em sociedade. Pois a produção não material coincide com a produção do saber, do saber objetivo produzido historicamente com base nos conhecimentos da ciência, uma vez que é esse tipo de saber que predomina na sociedade moderna e é valorizado pelo saber escolar através da educação escolar como forma principal e dominante de educação (SAVIANI, 2011a).

Sabemos que as discussões sobre *o que* e *o como* ensinar raramente se fazem presentes com a preocupação *a quem* dirige esse ensino, e que, conforme Nereide Saviani (2006, p. 4), a compreensão para a solução desse impasse deve estar na noção de que o trabalho educativo tem uma dupla função: “*técnica* (enquanto dotação de instrumentos, que envolve *o como* e *com que* educar – os meios) e política (enquanto dotação voltada para a participação social, envolvendo o *porquê* e *para que* educar – os fins)”. Nesse sentido, os conhecimentos transmitidos pela escola como um saber escolar devem garantir a socialização do saber elaborado historicamente e dotar os indivíduos para uma efetiva participação social, com possibilidades de vislumbrar a transformação dessa sociedade.

Como os conhecimentos científicos elaborados historicamente, e que constituem os conteúdos de vários campos e áreas das ciências são produzidos fora da escola, são produzidos e sistematizados historicamente na/pela prática social, mas que são também tratados pela escola na forma de conteúdos científicos, eles podem e devem ser organizados e apresentados pelo professor aos alunos mediados pela prática pedagógica, pelos signos, responsáveis pela transposição dos símbolos da realidade empírica para o campo da consciência, conformando aquilo que Vigotski chama de estrutura psíquica superior (MARTINS, 2011). Pensamos, com isso, em uma organização curricular que deverá tomar como referência a forma de organização da sociedade atual – a ideologicamente chamada sociedade do conhecimento (DUARTE, 2001; 2008b), garantindo a todos os alunos o acesso aos fundamentos, processos e contradições que tornaram possível a revolução microeletrônica, por exemplo, que está na base do processo de automação que opera no processo produtivo das tecnologias da informação e que se movem nos ambientes virtuais da comunicação eletrônica atualmente, mas que também está presente na construção dos submarinos pelo PROSUB. Assim, através da educação escolar numa perspectiva histórico-crítica, é preciso garantir não apenas o domínio técnico-operativo dessas tecnologias, mas a compreensão dos princípios científicos dos processos (políticos, ideológicos, econômicos) que o tornaram possíveis, como o processo de produção do PROSUB na prática social global.

A questão do saber elaborado, que sempre esteve vinculado a uma questão de classe pela educação escolar, passa a ser problematizado pela PHC, descaracterizando o saber elaborado como um conhecimento que se destina somente a uma elite intelectual e economicamente eleita e tornando esse saber acessível também à classe trabalhadora. A importância da PHC está na força de uma teoria pedagógica, como instrumento da crítica em defesa da educação, de modo geral, e da escola pública, em particular, que se liga ao mesmo

tempo em defesa da democracia e contra o autoritarismo, à afirmação da classe trabalhadora contra a subserviência da forma neoliberal e da civilização contra a barbárie. A possibilidade de tratar do PROSUB como uma prática social elaborada e do conhecimento sobre energia nuclear como conteúdo de ensino através da educação escolar, faz da PHC uma afirmação estratégica em educação e uma competência necessária ao professor atualmente, ratificando a nossa intenção na defesa de uma prática educativa que não se sujeita ao retrocesso civilizatório em que incorremos nos tempos atuais.

O programa que move a Marinha do Brasil e o Estado brasileiro para produzirem o primeiro submarino nuclear de nossa história, nos inspira como pesquisa para tratar das preocupações quanto à educação escolar. Entendemos que discutir sobre a escola e seus problemas na atualidade, requer reflexões sobre questões relativas ao que lhe é específico, ou seja, questões relativas à produção e veiculação do conhecimento – sua transmissão/assimilação/apropriação – principalmente na relação conteúdo e método de ensino. É nesse sentido que tanto se discutem o distanciamento do ensino da Física para com os problemas e desafios postos pela prática social mais ampla em nossa sociedade atual.

Como critério de organização do texto dissertativo, focamos nossa atenção inicial à questão do submarino nuclear, buscando compreender no desenvolvimento histórico as motivações para o desenvolvimento de um programa nuclear para o Brasil através de sua Marinha, os desdobramentos que contribuíram para a execução do PROSUB e suas características técnicas, políticas e econômicas como empreendimento militar e científico-tecnológico.

Em seguida, como um bloco de temas que buscará fundamentar teoricamente as nossas análises para os dados da pesquisa e reflexões para se fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica, iniciamos discorrendo sobre a PHC como uma teoria crítica e histórico-dialética da educação, discutindo os seus conceitos principais e as categorias lógicas que fundamentam a sua efetivação como um trabalho educativo. Julgamos que o tratamento e a discussão realizada sobre esse bloco de questões compõem os eixos compreensivos e organizadores de todo o trabalho de pesquisa, contribuindo para a fundamentação de uma proposta de ensino histórico-crítica para a educação escolar. Seguimos de forma histórica e sintética sobre a evolução do ensino de Física no Brasil, tratando da sua organização como disciplina escolar em diferentes perspectivas pedagógicas, e que no âmbito da Educação em Ciências, enfrentou contradições quanto a sua natureza e especificidade como conhecimento científico e como saber escolar. Assim, faremos em seguida algumas descrições sobre os movimentos da Alfabetização Científica e da Educação CTS, compreendendo-os também como paradigmas teóricos que buscam fundamentar o conhecimento científico através do contexto histórico-social e da educação brasileira. Completando esta parte da fundamentação teórica de nosso trabalho, apresentaremos algumas diretrizes histórico-críticas que julgamos importantes para se fundamentar uma proposta de ensino sobre energia nuclear.

Este trabalho, portanto, além do seu caráter crítico quanto ao seu posicionamento epistemológico e organização metódica, visa difundir a ação política como prática educativa em educação, conferindo ao debate sobre o desenvolvimento tecnológico e científico em sociedade um caráter transformador. É a partir desses pressupostos básicos até aqui apresentados, entre tantos outros que serão colocados ao longo do texto, que justificamos a relevância do nosso trabalho em pesquisar sobre o ensino da energia nuclear através do PROSUB e que nos levará ao primeiro submarino nuclear brasileiro.

## **2. O SUBMARINO NUCLEAR BRASILEIRO**

Para a pesquisa e construção teórica desse capítulo, entre diferentes artigos e sites especializados sobre o programa nuclear e o submarino nuclear brasileiro, destacamos os artigos da Revista Marítima Brasileira, da Revista da Escola Superior de Guerra e os trabalhos de Fernanda das Graças Corrêa (CORRÊA, 2009; 2012; 2013; 2017) e José Roberto Martins Filho (MARTINS FILHO, 2011; 2014). Corrêa traça para o seu mestrado, uma análise histórica e política do programa do submarino nuclear e do programa nuclear brasileiro a partir de Geisel até Lula e, em seu doutorado, analisa as políticas e aquisições de defesa entre o Brasil e a França nos séculos XX e XXI. Já Martins Filho, em seus dois trabalhos citados, analisa o projeto do submarino nuclear brasileiro e as visões civis sobre o submarino nuclear.

A ideia de dotar a Armada Brasileira com uma nova arma para a Guerra Naval germinou com o desenvolvimento, ainda embrionário, do submarino, no final do século XIX e início do século XX. Este objetivo foi concretizado em 17 de julho de 1914, quando foi criada a Flotilha de Submersíveis, com a incorporação de três submarinos da classe “Foca”, encomendados à Itália em 1911, no âmbito do Programa de Construção Naval de 1904. Portanto, a hoje Força de Submarinos da Marinha do Brasil comemora, em 2020, os 106 anos do emprego de submarinos na Armada Brasileira, tendo sido abastecida por submarinos de diversas classes, de tecnologias de diferentes países, mas sempre com submarinos do tipo convencional (CORRÊA, 2013).

Foi assim que, nesses cem últimos anos da Força de Submarinos, a Marinha do Brasil operou experiências em diversas classes de embarcações: os submersíveis italianos das classes “F” e “T” (Tupy, Tymbira e Tamoyo); os submarinos americanos da classe “Fleet-Type” e da classe GUPPY; os ingleses da classe OBERON e os submarinos alemães da classe TUPI, já na década de 1980. A classe GUPPY operou pela primeira vez no Brasil o sistema de esnorquel. Os submarinos da classe OBERON trouxeram importantes melhoramentos no campo da detecção acústica e eletromagnética, introduzindo uma gama de equipamentos eletrônicos altamente sofisticados, além de um sistema de direção de tiro computadorizado, marcando o advento da informática nos nossos submarinos. Os submarinos da classe Tupi marcaram a nacionalização e a autonomia do país em projeto e construção de submarinos convencionais (SOUZA, 1986; CORRÊA, 2013; MARTINS FILHO, 2011; 2014; MARINHA DO BRASIL, 2006; 2014; ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018).

Bem antes do desfecho final da Segunda Guerra Mundial, a Marinha do Brasil tomou para si como tarefa e objetivo de sua reestruturação como força militar, a estratégia de capacitar-se simultânea, porém separadamente, em projeto e construção de submarinos convencionais, e no domínio do ciclo do urânio como combustível nuclear. Em ambos, o desfecho se concluiria no domínio de uma tecnologia nacional que pudesse resultar num submarino de propulsão nuclear.

### **2.1 – O programa nuclear brasileiro**

O movimento que trouxe a possibilidade de construção do primeiro submarino nuclear brasileiro nasceu de aspirações que têm uma história marcada por disputas, sucessos e descontinuidades em sua trajetória ao longo do século XX, motivado por interesses que

vieram de ideais do setor militar brasileiro, principalmente da Marinha do Brasil. Foi de acordo com suas necessidades estratégicas pensadas para o Brasil e conforme a motivação dos ideais de seu corpo de oficiais, que a Marinha desenvolveu um programa nuclear para o Brasil (MARTINS FILHO, 2011; 2014).

Durante todo o âmbito histórico que acompanhou o programa nuclear brasileiro, as questões do desenvolvimentismo e do nacionalismo sempre foram temas constantes nos discursos dos idealizadores e defensores do projeto atômico nacional. Portanto, segundo alguns historiadores e pesquisadores da área, o estudo do programa nuclear é oportuno para a compreensão da história do nacionalismo brasileiro, principalmente nos anos de 1950 e sob o contexto da guerra fria, estando caracterizado pela importância do nacionalismo como “elemento definidor da vida política do Brasil”. E até mesmo como compreensão de forças ideológicas para os dias atuais (GIROTTI, 1984; MOTOYAMA; GARCIA, 1996; KURAMOTO; APPOLONI, 2002; MARQUES, 2003; DOMINGOS, 2008; DHENIN, 2010; MARTINS FILHO, 2011; FLEURY ROSA, 2013; RIBEIRO LUIS, 2015; ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018).

Logo após o fim da Segunda Guerra e com a implantação do Projeto Manhattan para as bombas nucleares, os Estados Unidos surgiu como o único país a dominar a tecnologia nuclear, estabelecendo em 1946 através da Lei McMahon, a sua hegemonia no domínio dessa tecnologia. Além de dificultar o acesso do conhecimento nuclear a outras nações, os Estados Unidos buscou se prover quanto ao abastecimento de minerais radioativos para os seus programas, e sendo o Brasil um dos maiores detentores dessa riqueza mineral, foi o seu grande exportador por décadas. A saga dessa corrida tecnológica, que tanto impactou a política interna e externa brasileira, foi contada por diferentes autores, sob os mais diferentes pontos de vista (GIROTTI, 1984; FLORES, 1992; MOTOYAMA; GARCIA, 1996; KURAMOTO; APPOLONI, 2002; PESCE, 2008; DHENIN, 2010; MARTINS FILHO, 2011; CARVALHO, 2012).

Embora o país não tivesse nessa época noção de seu potencial mineral como matéria-prima para a tecnologia nuclear, foi assim que se iniciou a questão nuclear como política nacional, começando no “apagar das luzes” do governo Gaspar Dutra (1946-1951) e conduzida durante o segundo governo de Getúlio Vargas (1951-54).

Foi nesse contexto que se destacou a figura do Comandante de Marinha, Álvaro Alberto da Motta e Silva, participando da criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), presidindo-o entre 1951 e 1955, e atuando em defesa das reservas brasileiras como “minerais estratégicos” na Comissão de Energia Atômica (CEA) do Conselho de Segurança da então recém-criada Organização das Nações Unidas (ONU), em 1948. Em prol de um programa nuclear nacional e na condução de uma política externa brasileira que estabelecesse o fim do alinhamento automático em relação aos EUA, ele agiu na busca de colaboração de outros “países amigos” para o programa nuclear brasileiro. Assim, em 1953, no cumprimento desses objetivos, Álvaro Alberto conduziu secretamente o episódio da compra na Alemanha de centrífugas para enriquecimento de urânio, mas que acabaram descobertas e ficaram presas pela alfândega americana. Entretanto, seus esforços para uma política nuclear nacional e por um programa tecnológico independente dos EUA, acabaram se concretizando e culminando no programa teuto-brasileiro que deu origem a um programa nuclear consistente no país (PEREIRA, 2010; DHENIN, 2010; MARTINS FILHO, 2011; FLEURY ROSA, 2013).

A história das exportações de minérios radioativos e a extração de areias monazíticas<sup>4</sup> do litoral brasileiro, que pela Lei 1.310 de janeiro de 1951 passaram a constituir monopólio estatal, por si só, já representa um momento curioso para a saga da historiografia do programa nuclear brasileiro. Para ilustrar o limiar dessas contradições que inauguraram essa saga, vale a pena uma pequena explanação histórica.

Em 1898, o engenheiro americano John Gordon, funcionário da empresa britânica de exportação de café Edward Johnston & Co., descobre areias monazíticas em Guarapari e cria oito anos depois, após suas sondagens na Europa, a empresa franco-brasileira Sociéte Minière, passando a fornecer esse material rico em tório para a fabricação de lamparinas incandescentes à gás, criadas pelo austríaco Carl Auer von Welsbach, como um material importante para produzir luz forte e duradoura constituindo a base da iluminação da Europa por anos. Com encomendas de diversas empresas da Europa, essas areias eram extraídas ilegalmente sem conhecimento do governo brasileiro, de Guarapari no Espírito Santo, até Prado e Cumuruxatiba no sul da Bahia. Gordon usava “laranjas” para tocar as empresas em Guarapari, que por várias décadas retiraram ilegalmente areias transportadas em navios (Mercator e Fjord), com a desculpa de fazer lastro nos porões das embarcações. Com a popularização da energia elétrica na década de 1920, a exportação da monazita sofreu uma queda considerável, mas logo foi retomada com a descoberta das pesquisas sobre o tório como material para reatores nucleares. Em 1941 essa empresa de exploração foi transformada em Monazita Ilmenita do Brasil – MIBRA, com a chegada do russo Boris Davidovich, também naturalizado como francês, norte-americano e brasileiro, chegando Boris a possuir até cinco empresas em todo o mundo relacionadas à extração e beneficiamento da areia monazítica, retirando por dia até 30 toneladas de material das praias brasileiras. Como acionista da empresa americana Lindsay Light and Chemicals, Boris negociava a compra do mineral radioativo brasileiro para os Estados Unidos, fraudando o negócio, pois era ele ao mesmo tempo comprador e vendedor. Estima-se que Boris tenha revirado mais de 70 quilômetros de praia brasileiras, com extração de até 36 toneladas de areia por dia, destruindo restingas sob denúncia de trabalho forçado e sonegação de impostos. Em 1956, uma Comissão Parlamentar de Inquérito foi formada para investigar o negócio de Boris em Guarapari. As investigações apontaram que por quase 30 anos, todo o tório retirado das areias brasileiras lhe renderam 227 bilhões de dólares americanos da época, fazendo dele um dos homens mais ricos do país, enquanto pagava irrisórios 80 centavos de cruzeiro por ano de impostos à Prefeitura de Guarapari. A CPI da Energia Atômica em 1956, como ficou conhecido o escândalo, apontou além do trabalho escravo degradante, diversas irregularidades fiscais, além de documentos que comprovaram o suborno a juízes e desembargadores para julgar demandas de terras em que estava interessado (ANDRADE; SANTOS, 2013; FLEURY ROSA, 2013; LOPES; BOURGUIGNON, 2015).

Os embates políticos em torno da questão nuclear nessa época no Brasil, com a CPI da Energia Atômica, acabaram retomando as negociações para o acordo nuclear com os EUA, o que acabou criando divergências políticas internas entre os “desenvolvimentistas nacionalistas”, que representavam o CNPq e os “desenvolvimentistas não nacionalistas”, que

---

4 “Conforme Alfeu Dinis Gonsalves, a expressão areias monazíticas não significa o nome de um só mineral, mas refere-se a um conjunto de muitos minerais, principalmente aqueles dotados de elementos das chamadas terras raras. Dá-se o nome de terras raras ao aglomerado de minerais, em sua maior parte, também, radioativos. A importância tanto dos minerais radioativos como das terras raras para o desenvolvimento das pesquisas na área da física atômica intensifica-se ainda na primeira década do século XX” (FLEURY ROSA, 2013, p. 60).

representavam o Itamaraty. Essas disputas que culminaram na exoneração de Álvaro Alberto do CNPq, a adesão do Brasil ao programa norte-americano “Átomos para Paz”, em 1955, e a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM) em 1956, podem ser mais bem compreendidas nos textos de Miguel Patrice Philippe Dhenin (DHENIN, 2010), de Ana Maria Ribeiro de Andrade e Tatiane Lopes dos Santos (ANDRADE; SANTOS, 2013) e de Mário Fabrício Fleury Rosa (FLEURY ROSA, 2013). Essas ações marcaram o período de institucionalização no desenvolvimento da pesquisa nuclear no país, como uma ação mais coordenada e indispensável do Estado na superação dos entraves para o controle do setor nuclear no país (MARTINS FILHO 2011; 2014; ANDRADE; SANTOS, 2013).

De acordo com Dhenin (2010) e Martins Filho (2011), a recusa e as aceitações de uma política de não proliferação atômica defendida pelos EUA e os problemas do setor energético nacional, trazidas pela crise mundial do petróleo, fizeram crescer no Brasil, durante o regime militar, uma tomada de consciência governamental que vislumbrava a necessidade de um desenvolvimento tecnológico independente, sem interferências da política externa norte-americana. Entretanto, a materialização desse sonho nuclear parecia se concretizar com a construção da Usina Angra I, em 1972, após a assinatura de um contrato de equipamentos, sem transferência de tecnologia, com a empresa norte-americana Westinghouse Electric Co.

Pelo Acordo de Cooperação para Usos Cívicos da Energia Atômica, assinado em Washington, em 17 de julho de 1972 e promulgado pelo Decreto nº 71207, de 5 de dezembro de 1972, com duração prevista para três anos, a Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos forneceria ao Brasil urânio enriquecido para utilização como combustível em troca de urânio natural. O Brasil, por outro lado, não poderia dispor livremente de materiais nucleares especiais produzidos como resultado de processos de irradiação. No Apêndice do Acordo de cooperação para Usos cívicos da Energia Atômica, era estabelecido o tipo de reator que o Brasil adquiria: um reator alimentado a urânio enriquecido e água leve pressurizada do tipo PWR (Pressurized Water Reactor). A empresa norte-americana Westinghouse Electric ganharia o processo de licitação internacional. A usina foi importada como um todo, limitando a participação da indústria local a 8% dos fornecimentos relativos ao projeto. (DHENIN, 2010, p. 93).

Para a construção desse empreendimento foi escolhida a empresa brasileira de engenharia Promon, associada ao projeto da EBE (Empresa Brasileira de Engenharia S.A) e da empresa brasileira Odebrecht. Em setembro de 1981, o combustível nuclear foi carregado e a reação inicial crítica do reator com a conexão da usina à rede de energia nacional, se fez em abril de 1982 (DHENIN, 2010).

Ainda assim, o objetivo de ter um programa autônomo de tecnologia nuclear fez o governo brasileiro buscar novas parcerias e acordos que pudessem acalantar ao mesmo tempo o aparelhamento da força naval e o desenvolvimento tecnológico autônomo também no meio civil. E isso foi realizado com a então República Federativa da Alemanha:

No Brasil da Guerra Fria e do regime militar, a ideia de construir um submarino nuclear com tecnologia nacional surgiu num contexto geral em que a diplomacia do presidente Ernesto Geisel (1974-1978) e do chanceler Azeredo da Silveira buscava aumentar a margem de autonomia do país frente aos Estados Unidos, com o lançamento da política do “pragmatismo ecumênico e responsável” – que permitiu maior autonomia diante dos norte-americanos naquele contexto, com medidas como o imediato reconhecimento da independência das ex-colônias portuguesa na África.



Insera-se aí o acordo nuclear Brasil-Alemanha, assinado em junho de 1975 (MARTINS FILHO, 2014, p. 131).

Entretanto, salienta Corrêa (2009, p.55):

Sustenta-se assim que o governo brasileiro já havia pensado na hipótese de construir belonaves com propulsão nuclear. A ausência de um planejamento estratégico permitiu que somente com o presidente Geisel, o governo brasileiro conseguisse consolidar a política nuclear brasileira, por meio do Acordo Nuclear Brasil-RFA de 1975, e pensasse na ideia de produzir em solo nacional belonaves com propulsão nuclear. Compreende-se assim que não se pode afirmar que foi nas negociações em função do Acordo Nuclear Brasil-RFA de 1975, que o governo brasileiro pensou pela primeira vez na propulsão nuclear. No entanto, pode-se afirmar que foi em 26 de maio de 1976, que o governo brasileiro buscou amadurecer a ideia de construir submarinos de propulsão nuclear.

Celebrado por ter pela primeira vez, estabelecido um convênio baseado na transferência de tecnologia nuclear entre um país desenvolvido e um país em desenvolvimento, o acordo possibilitaria dar início às pesquisas de enriquecimento do urânio para a obtenção do combustível nuclear, com a realização de um programa tecnológico autônomo, atendendo à antiga reclamação da falta de planejamento estratégico continuado para o setor. Obtinha-se, assim, no mesmo acordo, o objetivo de qualificar o país como uma potência nuclear civil e militar forte, contribuindo também para a diminuição da vulnerabilidade do setor energético como infraestrutura. Com isso o país ganhava projeção geopolítica e afirmava a liderança brasileira na América Latina.

Como decorrência do “Acordo do Século”, os primeiros passos para o enriquecimento de urânio no Brasil, foram dados por uma equipe integrada por oficiais das três Forças, operando no Centro Técnico Aeroespacial (CTA), sob a liderança do tenente-coronel aviador José Alberto Albano do Amarante. Os objetivos das três Forças eram convergentes: o domínio do ciclo de enriquecimento nuclear. A Força Aérea enfatizava a tecnologia do laser, enquanto a Marinha priorizava a ultracentrifugação. Com a morte do tenente-coronel Amarante, em 1981, o grupo ficou acéfalo e se desfez. Os integrantes retornaram às suas Forças e a condução do Programa Autônomo de Tecnologia Nuclear foi para as mãos do presidente da CNEN, o engenheiro Rex Nazaré Alves, que passou a coordenar os esforços independentes de cada Força Armada. Nesse novo contexto, a Marinha reuniu todas as suas energias e procurou desenvolver a propulsão de submarinos. Os técnicos civis e os cientistas procuraram participar de pesquisas avançadas ao serviço do desenvolvimento nacional. O Exército aspirou a participar no desenvolvimento de computadores a urânio altamente enriquecido, para evitar a sua exclusão do esforço institucional. A Força Aérea prosseguiu no esforço de empregar o laser para obtenção de urânio enriquecido. [...] A Marinha do Brasil tinha interesse, há longo tempo, em tecnologias nucleares, principalmente, como um meio para propulsão de submarinos. Por essa razão, desempenhou um importante papel na criação e no funcionamento do Programa Autônomo de Tecnologia Nuclear. O Almirantado Naval havia aprovado esse objetivo em dezembro de 1978, no final do governo Geisel. A proposta específica foi baseada num relatório, composto pelo então capitão-de-fragata Othon Luiz Pinheiro da Silva, após seu retorno da formação de pós-graduação em engenharia nuclear no Massachusetts Institute of Technology. Apesar dos esforços, inicialmente focados no enriquecimento de laser e realizados em conjunto com os pesquisadores da Força Aérea, a equipe de pesquisadores da

Marinha concluiu, em junho de 1979, que resultados concretos não seriam encontrados dentro de uma década. Portanto, mudaram o foco da pesquisa em algo menos teoricamente emocionante, mas imediatamente promissor com a abordagem das ultracentrífugas. O comandante Othon foi responsável pela montagem e pela supervisão de uma equipe de pesquisadores, procedentes de diversos setores civis e militares. (DHENIN, 2010, p. 100 e 101).

Martins Filho (2011; 2014), também relata essa fase secreta do novo programa nuclear brasileiro, mais concentrado politicamente sob o comando da Marinha. Fernanda Corrêa (2009) relata todo o contexto histórico desse período, das políticas do governo de Geisel até a abertura democrática no país.

Assim, designado secretamente como Projeto Chalana (tratado somente por Almirantes de Esquadra), que sob as apreciações técnicas mais apuradas do comandante Othon sobre o acordo Brasil-Alemanha, desdobrou-se em duas linhas estratégicas: o projeto Ciclone, que perseguia o desenvolvimento do ciclo do combustível nuclear, e o projeto Remo, que era o desenvolvimento de propulsão nuclear para submarinos (DHENIN, 2010; MARTINS FILHO, 2011; CORRÊA, 2009).

Como consequência imediata desses fatos, deu-se início ao processo de domínio do ciclo de enriquecimento do urânio e de produção em larga escala do combustível nuclear, papel que coube ao corpo de altos oficiais da Marinha, via Complexo Tecnológico ARAMAR em Iperó/SP e a alguns pesquisadores civis, via IPEM/CNEM na Universidade de São Paulo (MARINHA DO BRASIL, 2007; DHENIN, 2010; CORRÊA, 2009; MARTINS FILHO, 2011; 2014).

## **2.2 – O Programa Nuclear da Marinha do Brasil**

Como vimos, podemos dizer que o Programa Nuclear da Marinha (PNM) nasceu secretamente em 1979, em razão da necessidade estratégica do poder naval do país, em possuir submarinos com propulsão nuclear como meios furtivos em sua defesa. Concebido desde o seu início para promover uma tecnologia nuclear totalmente nacional e com empregos pacíficos, historicamente o Programa foi pensado e elaborado para dar conta de dois enfrentamentos como objetivos: o domínio do ciclo do combustível nuclear e o desenvolvimento de uma planta nuclear de propulsão naval. Ambos objetivos estão integrados e indissociavelmente ligados ao programa de construção do submarino nuclear brasileiro (CORRÊA, 2009; DHENIN, 2010; MARTINS FILHO, 2011; 2014).

O Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo (CTMSP), localizado no Centro Experimental de Aramar, em Iperó, é a Organização Militar responsável pela coordenação do PNM, que mantém subordinadas a Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha (DDNM), responsável pelo projeto, desenvolvimento e implementação do PNM; o Centro de Desenvolvimento de Submarinos (CDS), responsável pelo projeto do Submarino Nuclear Brasileiro (SN-BR); e o Centro de Instrução e Adestramento Nuclear de Aramar (CIANA), responsável pela capacitação e treinamento de operações das unidades industriais, laboratórios e demais instalações atinentes ao PNM (DANTAS, 2018; ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018). Segundo Martins Filho (2011, p.277):

Desde fins de 1978, o Brasil resolveu investir em um programa tecnologicamente autônomo de construção de um submarino de propulsão nuclear, que, quando completado, incluiria o país no clube restrito das nações capazes de construir esse

tipo de equipamento. Tomada à época do regime militar e no contexto do Acordo Nuclear Brasil/Alemanha de 1975, a decisão visava, sobretudo, possibilitar o controle das tecnologias de enriquecimento do urânio e de construção de reatores para propulsão naval submarina. À época da concepção do projeto, sua justificativa estratégica básica fundava-se na eficácia dessa embarcação na defesa do imenso litoral do país no Atlântico Sul, por suas características de discrição, autonomia e velocidade. A isso se aliava o argumento existente desde o começo dos anos 1950 de que o Brasil precisava dominar a tecnologia atômica, em um quadro em que os Estados detentores desse conhecimento dificilmente se dispunham a compartilhá-lo com o país.

Atualmente o Brasil pertence ao seleto grupo de países (China, EUA, França, Rússia, UK, Alemanha, Japão, Índia, Paquistão, Irã e Holanda) que detém a tecnologia de enriquecimento do urânio, entretanto, com recursos naturais próprios e tecnologia, somente o Brasil, EUA e a Rússia (BILESKY *et all*, 2014).

O ciclo do combustível nuclear é o nome que se dá ao conjunto de processos industriais que transformam o minério urânio no combustível que gera energia nos reatores nucleares. O domínio do ciclo combustível do urânio alcançado pelo Brasil começa pela mineração e beneficiamento para a obtenção do concentrado de urânio, também chamado de *yellow cake* ( $U_3O_8$ ). A concentração do urânio é realizada pelo processo de extração por solventes orgânicos, seguida da separação por precipitação, secagem e acondicionamento em tambores. Todas essas etapas são realizadas na Unidade de Mineração e Beneficiamento de Urânio da INB em Caetité (BA).

A fase seguinte é a conversão do  $U_3O_8$  em hexafluoreto de urânio ( $UF_6$ ), realizada pela Marinha em sua Unidade Produtora de Hexafluoreto de Urânio (USEXA) e o Centro de Instrução e Adestramento Nuclear ARAMAR (CIANA), nas dependências do Centro Experimental ARAMAR (CEA), da Marinha do Brasil, em Sorocaba (SP), inaugurada oficialmente em 16 de fevereiro de 2012. A USEXA foi dimensionada para produção de 40 toneladas de  $UF_6$  natural/ano, sendo uma das poucas unidades novas em comissionamento no mundo. Os trabalhos técnicos e projetos de sistemas da USEXA baseiam-se em estudos e pesquisas feitas nos anos de 1990 no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, que também desenvolveu a instrumentação, materiais e dispositivos eletrônicos atualizados e engenharia para aumento de escala na produção. A USEXA apresenta um índice de nacionalização de cerca de 80%, gerando empregos de nível médio e superior, na sua maioria, na região de São Paulo e Sorocaba. Segundo a Marinha e o IPEN, o início de operação da USEXA representa, assim, mais um marco alcançado na solidificação da engenharia nuclear no campo industrial do Brasil. A USEXA serve também como referência à futura unidade de conversão a cargo da INB, incluindo-se o licenciamento ambiental e nuclear (DEFESANET, 2012).

A próxima etapa é a de enriquecimento para a obtenção do urânio  $U_{235}$ . A tecnologia de enriquecimento do urânio pelo processo da ultracentrifugação, considerada a técnica de menor impacto nuclear (sem adição de insumos químicos, sem reações químicas e geração de efluentes líquidos ou gasosos), foi desenvolvida no Brasil pelo Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP), em parceria com o IPEN / CNEN. Hoje o processo de enriquecimento é realizado para separar e aumentar a concentração de um dos isótopos do urânio, que sofre um processo de fissão nos núcleos dos reatores nucleares. A INB produz urânio enriquecido a até 5% em peso do isótopo 235 para a fabricação dos combustíveis que abastecem as usinas de Angra 1 e Angra 2 e, no futuro, também Angra 3. Após o enriquecimento, a INB faz a

reconversão do gás enriquecido para dióxido de urânio em pó (UO<sub>2</sub>) e transforma-o em pastilhas com cerca de um centímetro de diâmetro. Apenas duas destas pastilhas produzem energia suficiente para abastecer uma residência média, com quatro pessoas, durante um mês. As pastilhas de urânio enriquecido são colocadas dentro de varetas de uma liga de zircônio especial – o *zircaloy*, e em seguida são organizadas em feixes, formando uma estrutura firme de até 5 metros de altura - o combustível nuclear. As etapas do enriquecimento até a obtenção do combustível nuclear são realizadas na Fábrica de Combustível Nuclear da INB, em Resende/RJ, sendo supervisionadas pela Marinha através do CTMSP (INB, 2020).

Quanto ao primeiro objetivo estabelecido pelo PNM citado acima, o domínio do processo de enriquecimento do urânio por ultracentrifugação foi alcançado em escala laboratorial no ano de 1988. Uma década depois, essa tecnologia foi dominada e testada com sucesso em escala pré-industrial (CORRÊA, 2009; MARTINS FILHO, 2011).

Em 2019, foi inaugurada a estrutura da 9ª cascata, num total de dez, da Usina de Enriquecimento Isotópico de Urânio, como fruto da tecnologia de enriquecimento do urânio pelo processo da ultracentrifugação, desenvolvida no Brasil pelo Centro Tecnológico da Marinha de São Paulo (CTMSP), em parceria com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Com isso, deseja-se obter a competência técnica autóctone para projetar, construir, operar e manter reatores do tipo água pressurizada – Pressurized Water Reactor (PWR), o mesmo tipo que irá equipar o submarino nuclear (BRASIL NUCLEAR, 2018;).

Entretanto, o Brasil ainda não é autossuficiente na produção do combustível nuclear. A Usina de Enriquecimento Isotópico de Urânio está sendo implantada em etapas na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN), localizada em Resende, no Rio de Janeiro. Grande parte do urânio enriquecido ainda é importada. Em novembro de 2019, com a inauguração da cascata 8, pertencente ao Módulo 3, a Usina de Enriquecimento da FCN atingiu a capacidade de produzir 60% da quantidade média anual de urânio enriquecido necessária para abastecer a central nuclear Angra 1 (INB, 2020).

O Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), que compõe o segundo objetivo estabelecido pelo PNM, é um protótipo, em terra, do sistema de propulsão nucleoelétrica, onde será abrigado, para testes e simulações, um modelo do reator nuclear que equipará o submarino nuclear brasileiro. O LABGENE tem como tarefas, pesquisar, desenvolver e testar sistemas, equipamentos e itens atrelados ao projeto, construção, comissionamento, operação e manutenção de instalações de propulsão nuclear para aplicação militar naval. Esse laboratório encontra-se em fase de construção no CTMSP, com quatro prédios nucleares e montagem eletromecânica em andamento, com previsão de início de comissionamento para 2021.

Segundo Cotta (2017), o Brasil possui seis reatores nucleares em operação, com mais três em processo de construção, sendo: o LABGENE em Iperó/SP (50 MWt – tipo PWR CTMSP)<sup>5</sup>, ANGRA III em Angra dos Reis/RJ (3.970 MWt – tipo PWR Siemens) e o Reator de Pesquisa Multipropósito – RMB em Iperó/SP (30 MWt – tipo MTR/Piscina CTMSP)<sup>6</sup>.

---

5 O Megawatt térmico (MWt) é uma unidade de potência que ilustra a capacidade de uma central termoelétrica. É a potência que tem a central, tomando em conta o rendimento da mesma. Se a potência elétrica é de 1000 MW, e o seu rendimento é 50%, então é uma central de 2000 MWt (TERREMOTO, 2004).

6 O MTR (Materials Testing Reactor) é um tipo de reator de pesquisa de materiais, moderados e refrigerados a água leve, com elementos combustíveis tipo placa. Um reator tipo piscina é aquele que tem um núcleo composto de elementos combustíveis e barras de controle imersos em uma piscina aberta, normalmente com água (TERREMOTO, 2004).

Ainda segundo o autor, o LABGENE além de colaborar como peça chave no projeto de construção do submarino nuclear, também terá como arraste tecnológico de outras áreas, ser protótipo de pesquisa para novos materiais, ou na pesquisa de construção de reatores menores tipo PWR de dessalinização nuclear de água do mar ou salobra (destilação por membranas), com cogeração de eletricidade. Esse projeto, denominado DES-SAL, se encontra em andamento pela Marinha, pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e Universidades brasileiras, com tecnologia integralmente nacional (CDTN, 2020).

Completando os projetos atuais do PNM, temos a construção do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). O RMB é um empreendimento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, gerido pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, em parceria com a AMAZUL Tecnologias de Defesa S.A. Ele conta com a participação tecnocientífica dos Institutos da CNEN (IPEN, IEN, CDTN, IRD, CRCN) e do CTMSP e a colaboração de órgãos públicos e das sociedades científicas da área. Ele está localizado no Centro Experimental ARAMAR e se constituirá em um importante polo de desenvolvimento científico, tecnológico e inovação da área nuclear no país. Na primeira fase contará com os seguintes laboratórios: Processamento e Manuseio de Radioisótopos, Feixe de Nêutrons, Análise Pós-irradiação, Radio-Química e Análise por Ativação. Na segunda fase estão previstos laboratórios de Fusão Nuclear, Aceleradores de Partículas, Laser de Alta Energia, Desenvolvimento e Produção de Radiofármacos e um Centro de Estudos em Diagnóstico e Tratamento com Radiações Ionizantes.

O RMB é um reator nuclear que tornará o Brasil autossuficiente na produção de radioisótopos – insumo fundamental para a fabricação de radiofármacos, de grande importância para o tratamento de doenças em diversas áreas da Medicina. Ele terá características de um Laboratório Nacional fornecendo apoio e suporte para pesquisadores e programas de pós-graduação (CNEM, 2020).

### **2.3 – O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e o submarino nuclear brasileiro:**

Uma das primeiras estratégias para a concretização do projeto de construção do submarino nuclear pela Marinha do Brasil foi capacitar-se em projeto e construção de submarinos convencionais (DE MATTOS; GUIMARÃES, 2008; MARINHA DO BRASIL, 2006; 2014).

Diante do que já foi exposto sobre o programa nuclear brasileiro, ficam as seguintes questões: por que investir em submarinos? Por que investir tempo e dinheiro num programa tão caro e complexo, como o de submarinos nucleares, e não em navios de patrulha com propulsão convencional, uma vez que é mais factível tecnologicamente? E por que submarinos nucleares?

Para responder a essas perguntas, é oportuno destacar a diferença significativa entre um submarino de propulsão nuclear e aquele que transporta artefatos nucleares. Existem basicamente dois tipos de embarcações militares: aquelas que são desenvolvidas para ser uma arma de ataque ou proteção contra interesses nacionais, como por exemplo, unidades que se deslocam para proteger uma linha de navegação marítima ou navios de superfície, militares e/ou mercantes, um acesso do mar a um ponto de importância estratégica para o Estado; e outras que são vetores de lançamento de armas nucleares de destruição em massa, utilizadas

de forma tática ou estrategicamente acionadas. Do ponto de vista estratégico e militar, elas fazem uso do conceito de *deterrence militar*:

Essencialmente, o conceito de deterrence significa que as forças militares nacionais possuem a capacidade de demonstrar, de forma crível a qualquer adversário potencial, que ele experimentará prejuízos inaceitáveis em caso de agressão militar. Embutida nessa capacidade de deterrence está a condição de evitar que um potencial adversário promova chantagens por meio de ameaças militares ou violações de interesses nacionais vitais, inclusive fora do território nacional. O conceito-chave da deterrence militar é evitar a agressão, chantagem ou violação de interesses nacionais vitais por meios militares - é válido tanto para Estados dotados de armamentos convencionais como para potências nucleares. Entretanto, a deterrence estritamente militar se torna disfuncional quando um Estado não-nuclear se defronta com um Estado nuclear, pois, embora a probabilidade de um Estado não-nuclear se tornar alvo de uma agressão nuclear ser próxima de zero, o mesmo não ocorre quanto à sua vulnerabilidade às chantagens ou violações dos seus interesses vitais pelo Estado nuclear. Em um mundo nuclearizado, a deterrence estritamente militar só é assegurada para os Estados nucleares (MEDEIROS, 2020, nota 6, p. 2).

No caso do submarino nuclear brasileiro, ele utilizará a fonte de energia nuclear para o seu deslocamento, o que, em síntese, significa um reator nuclear para aquecer água tratada que, transformada em vapor, movimentará uma turbina para fazer girar um eixo e o hélice propulsor. Como a única instituição do Estado que se faz presente atuando direta e permanentemente no mar é a Marinha, ela possui um conjunto de atividades subsidiárias de ação contínua no mar e nas bacias hidrográficas, tais como a segurança da navegação, fiscalização e sinalização náutica, dentre outras. Assim, a missão constitucional da Marinha é preparar e empregar o Poder Naval para controlar áreas marítimas, negar o uso do mar, projetar poder sobre terra e contribuir para a dissuasão estratégica.

Para bem entender as responsabilidades inerentes à preparação e aplicação do Poder Naval é exemplificado um tipo de meio operativo para cada tarefa básica que a faz cumprir da forma mais aceitável. Para controlar áreas marítimas, o meio típico é o navio de superfície. Dependendo das dimensões dessa área e da duração desse controle, a força naval adequada parte de um conjunto de navios patrulhas de porte médio a grande, até chegar a uma força naval nucleada em porta-aviões com seus navios escolta. Esses meios possuem adequada capacidade de fiscalização, de forma ostensiva e flexível, importante para uma ação de presença visível no ambiente em questão. Para negar o uso do mar o meio naval típico é o submarino. É um navio que a princípio sozinho oferece uma real ameaça a quem se aventure a fazer uso de uma região onde é sabido da sua presença velada, mas que se encontra sempre pronta para agir quando necessário e oportuno. Com esta presença oculta no mar, qualquer risco de uma ação ir contra os interesses do País torna-se automaticamente elevado a ponto de ser inaceitável seu emprego, pelo menos da forma originalmente concebida (MEDEIROS, 2020, p. 4).

Portanto, num país de dimensões continentais como o Brasil, com um extenso litoral rico e navegável que faz necessário a negação do uso do mar como poder naval, o submarino é o meio mais adequado, principalmente pelo controle do que se designou chamar de Amazônia Azul.

Segundo Castro, Brandini, Dottori e Fortes (2017), a Amazônia Legal tem uma área de aproximadamente 5.217.423 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 61% da área continental do Brasil

(8.553.152 km<sup>2</sup>). No mar, a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, cujo limite exterior é de 200 milhas náuticas, tem uma área oceânica aproximada de 3.539.919 km<sup>2</sup>, os quais, somados aos cerca de 960.000 km<sup>2</sup> de Plataforma Continental (PC) reivindicados junto à Comissão de Limites da Plataforma Continental da ONU, perfazem um total de 4.489.919 km<sup>2</sup>, delimitando o que denominamos de Amazônia Azul, uma extensa área oceânica, adjacente ao continente brasileiro, e que corresponde a aproximadamente 52% da nossa área continental.

Segundo o Capitão de Mar e Guerra, Marcos Aurélio de Arruda, a necessidade que motiva o emprego de submarinos é uma confluência de aspectos geopolíticos e geoestratégicos:

As águas jurisdicionais brasileiras (AJB) são a porção marítima do que se sobrepõe à Plataforma Continental e vão além do limite de 200 milhas náuticas, correspondendo a cerca de 4,5 milhões de km<sup>2</sup>, quase a metade do território terrestre brasileiro. Geopoliticamente, as AJB são importantes para o Brasil, pois, nela circula quase 95% das importações e exportações brasileiras, e, é nela que são produzidos a maior parte do petróleo e gás natural do Brasil (94,2% e 76,6%, respectivamente). Ademais, o Brasil é signatário da Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar e assumiu compromissos como responsabilidades para gestão dos recursos vivos e não vivos quanto à exploração, conservação e gestão dentro de sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE). (ARRUDA, 2018, p. 95).

Nessa perspectiva do comandante é natural que o Brasil, de modo a assegurar a utilização de suas águas jurisdicionais, tome medidas que garantam o aproveitamento de suas vantagens geopolíticas, justificando nesse sentido, ações estratégicas que empreguem submarinos como tecnologias furtivas para o mar, potencializando economicamente os oceanos. Assim, um submarino nuclear se justifica por ser rápido, silencioso e capaz de se manter submerso por um grande período.

A propulsão nuclear para submarinos foi concebida nos anos imediatamente posteriores à Segunda Guerra Mundial, como solução tecnológica para o velho problema criado pela necessidade dos submarinos virem à tona para aspirar oxigênio, sem o que suas máquinas diesel-elétricas parariam de funcionar. Reatores nucleares permitiriam aos submarinos permanecer sob a água por períodos ilimitados, constringidos apenas pela resistência da tripulação ou pela disponibilidade de suprimentos. Isso resolveria o problema da detecção no momento da emersão e dependeria apenas da aquisição da tecnologia de operação silenciosa dos reatores para atingir cada vez maior capacidade de ocultação (*stealth*). Ao mesmo tempo, a propulsão nuclear permitiria aos submarinos atingir velocidades antes impossíveis, iguais ou superiores aos navios de superfície. Os reatores nucleares também melhorariam as condições de vida a bordo, ao ensejar novas tecnologias de refrigeração do ar e permitir maior espaço de vivência, graças às dimensões ampliadas das novas embarcações. Em resumo, os submarinos nucleares dariam aos submersíveis condições de efetivamente operar como arma submarina, ampliando consideravelmente seu alcance – as novas unidades seriam capazes de atingir qualquer parte do globo e voltar à base sem emergir. Por fim, se um reator nuclear podia ser inserido num submarino, isso abriria caminho para seu uso em outras aplicações navais ou civis. (MARTINS FILHO, 2014, p.130).

Destarte, o desenvolvimento da tecnologia nuclear, como aquela necessária para a propulsão de um submarino nuclear, por ter um emprego dual como produto, promove

também um conjunto de benefícios para a sociedade civil por meio de tecnologias que impactam na saúde, na agricultura, na indústria etc.

Já o cientista social, João Roberto Martins Filho, compreende que a evolução de um programa, como o de submarinos pela Marinha do Brasil, que se manteve, mesmo com diferentes cenários políticos e econômicos do nosso país e profundas mudanças no cenário internacional de nossa história, se deve a um conceito definido por ele como *oportunismo tecnológico*, segundo o qual:

[...] as decisões tomadas por um país sobre tecnologias militares não se referem às preferências por um determinado armamento, mas a visões estratégicas mais amplas, que conjunturalmente encontram em um armamento específico canal para sua implementação. Ao estudar essas visões estratégicas, tanto na Marinha como no Executivo, chega-se à conclusão de que as diferenças no apoio ao programa do submarino parecem se relacionar não à diferença entre os regimes políticos, mas a visões diversas quanto ao lugar do país no sistema internacional e à melhor maneira de defender os interesses nacionais. No caso específico da Marinha, há que se considerar também conflitos pessoais e intraburocráticos, além de problemas colocados pelo caráter autárquico e secreto que o programa adquiriu (MARTINS FILHO, 2011, p. 278).

Portanto, podemos compreender pelo até aqui exposto, e pelo conceito de oportunismo tecnológico, que os Estados e seus governantes se apropriam da tecnologia enquanto oportunidades potenciais de se ganhar vantagens em suas visões sobre as relações de forças internas ou externas em disputa, como formas hegemônicas de assimetria de poder. Assim, os programas tecnológicos avançam de acordo com a possibilidade em oferecer oportunidades ou vantagens em barganhas políticas e/ou econômicas em relação a essas disputas de poder. A tecnologia funciona como uma “moeda” de “valor de troca” para essas disputas de ascensão ou manutenção de poder. A questão nuclear, por seu valor político, desde o seu advento, sempre foi assim negociada entre países: enquanto alguns se relacionam conforme a transitoriedade da política doméstica, outros, devido a sua magnitude, estão voltados para relações internacionais como nexos fundamentais. O programa do submarino nuclear brasileiro enfrentou os dois.

O oportunismo tecnológico explicaria melhor que outros conceitos as razões das posturas de apoio ou antipatia diante de determinado projeto militar. Além disso, ajudaria a compreender por que, mesmo com o risco de enfrentar desconfianças no cenário internacional, os Estados ousam apresentar projetos tecnológicos de grande impacto. Em suma, não é a predileção pelo projeto do submarino nuclear em si, nem a adesão a uma visão defensiva ou ofensiva do papel desse submarino, o que leva militares e políticos a apoiar o projeto da Marinha; chega-se a esse apoio por motivos relacionados a visões sobre as relações de força internacionais (MARTINS FILHO, 2011, p. 296).

Seja como for, o Brasil buscou dominar o ciclo do enriquecimento do urânio e a capacidade autônoma em projetar e construir submarinos tendo como objetivo a obtenção de um submarino nuclear. Esse passo foi iniciado na década de 1980 com a aquisição de cinco submarinos da Classe Tupi, a partir do Projeto IKL – 1400 de origem alemã, acompanhado pelo Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ). Nessa década, o contrato assinado com o



estaleiro alemão HDW<sup>7</sup> iniciou a capacitação técnica brasileira para a construção do primeiro submarino no Brasil. Fruto desse contrato, que estabelecia inicialmente a construção de um submarino IKL na Alemanha e um segundo no Brasil, engenheiros e técnicos de diversos setores realizaram estágios no HDW, acompanhando a construção do Submarino Tupi (S 30), que veio a ser incorporado à frota brasileira em 1989. Essa classe compõe um moderno submarino diesel-elétrico de reduzida assinatura acústica (baixo nível de ruído), com capacidade de atingir altas velocidades em imersão e de operar a grande profundidade, além de dotado de sofisticados sensores. O Tupi S 30 foi projetado e construído integralmente na Alemanha, sem a participação de técnicos brasileiros ou transferência de tecnologia. Os outros quatro submarinos, tiveram a seção de proa (tubo de torpedos) e os sistemas de imersão e do sonar, construídos no Brasil, com ajustes dos técnicos alemães. Os demais sistemas e a manutenção desses submarinos foram realizados pelos técnicos civis e militares do AMRJ (ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018).

A década de 1990 logrou um êxito da indústria nacional, pois foi nesse período que se consolidou a capacitação brasileira na construção de submarinos: a construção e incorporação do primeiro submarino totalmente construído no Brasil, pelo AMRJ, o submarino Tamoio (S 31), incorporado à frota 1994. Seguindo-se em 1997 ao Tamoio (S 31), o Timbira (S 32) e o Tapajó (S 33) em 1999 e já nos anos 2000 o Tikuna (S 34) (CORRÊA, 2013; MARTINS FILHO, 2014; ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018).

Incorporando novidades tecnológicas em diversos sistemas, notadamente na geração de energia, no sistema de direção de tiro e nos sensores, o S 34 Tikuna, sela a independência tecnológica na área de projeto e de construção de submarinos convencionais pelo Brasil, pois, o S 34 não é um submarino da classe Tupi. Apesar da semelhança na aparência externa, há consideráveis diferenças entre eles, constituindo-se em uma nova classe de submarino nacional (SOUZA, 1986; CORRÊA, 2013; MARINHA DO BRASIL, 2006; 2014).

Com a aquisição dos submarinos da classe *Oberon*, a MB aprendeu com os ingleses a operar submarinos. Com a aquisição dos submarinos alemães modelo IKL, a MB aprendeu a construir submarinos. A partir de então, a maior dificuldade da MB em dominar as etapas no desenvolvimento de submarinos passou a ser a de projetá-los (CORRÊA, 2012).

Com o desejo de aumentar o seu potencial para esse meio e dar prosseguimento com o seu plano, a Marinha foi em busca de novos parceiros para a realização do submarino nuclear. No caso de submarinos convencionais, diferentemente de um nuclear, não há a necessidade de desenvolver a parte propulsora, pois os equipamentos necessários são comercializados sem restrições. Para um submarino nuclear, além do projeto, desenvolvimento e construção da parte propulsora, também é preciso desenvolver o combustível nuclear (DE MATTOS; GUIMARÃES, 2008).

Nesse percurso, entraves de naturezas diferentes promoveram discontinuidades ao programa. Assim, o programa nuclear brasileiro atravessou a última década do século XX e a primeira do século XXI, em quase total abandono pelos governos neoliberais, sendo apenas defendido e justificado por discursos de alguns comandantes da Marinha, revelando assim,

---

7 Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH (HDW) é o maior estaleiro da Alemanha, criado em 1968. Em janeiro de 2005 a empresa passou a fazer parte do grupo empresarial ThyssenKrupp.

não ser uma unanimidade para o seu alto comando (CORRÊA, 2009; MARTINS FILHO, 2011).

Nos anos de 1990, o programa brasileiro sofreu o impacto de transformações importantes nos planos internacional e doméstico. No contexto regional, consolidaram-se as tendências à cooperação e construção de confiança mútua entre Brasil e Argentina. No governo de Fernando Collor, em 13 de dezembro de 1990, os dois países concordaram em assinar o Acordo para o Uso Exclusivamente Pacífico da Energia Nuclear, em Guadalajara, com a criação, em seguida da Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais (Abacc). Em 1994, no governo Itamar Franco, foi ratificada a adesão brasileira ao Tratado de Tlatelolco, assinado na Cidade do México em 1967, que instituiu a proibição do desenvolvimento de armas nucleares na América Latina e no Caribe. Em 1998, no governo Fernando Henrique Cardoso, o Brasil aderiu ao Tratado de Não Proliferação, que antes havia sido reiteradamente rejeitado pelos governos militares, com a justificativa de esperar medidas das grandes potências para eliminar seus arsenais atômicos (cf. Jesus, 2011). Com esses tratados, completou-se o quadro de compromissos que, no presente, impedem o desenvolvimento de armas nucleares no país. (MARTINS FILHO, 2014, p. 134).

Somam-se a esse quadro as políticas econômicas de restrição orçamentária desses governos, que atingiram de frente o programa, contribuindo para alavancar conflitos entre os setores do almirantado, fazendo surgir tensões entre a coordenação dos programas nucleares e a hierarquia naval, culminando com o afastamento do Almirante Othon Pinheiro da Silva da liderança do programa, em 1994.

Entretanto, o programa nuclear para o submarino brasileiro ressurgiu de onde menos se esperava: do governo e da ascensão política do Presidente Luís Inácio Lula da Silva, apenas em seu segundo mandato.

A revalorização do submarino nuclear viria apenas em 10 de julho de 2007, quando o presidente visitou as instalações de Aramar acompanhado do almirante Othon, anunciando na ocasião que liberaria uma verba de 1 bilhão de reais a ser gasta num período de oito anos. Em seguida, a Marinha criou a Cogesn, para a qual foi nomeado o almirante José Alberto Accioly Fragelli, ex-chefe do Estado-Maior da Armada. Nesse mesmo ano, o presidente da França, Nicolas Sarkozy, e o do Brasil assinaram o compromisso de cooperação militar que deveria impulsionar a construção de quatro submarinos diesel-elétricos da classe Scorpène e do casco do submarino que deve abrigar a propulsão nuclear. Além disso, a cooperação previu a construção na Baía de Sepetiba, litoral do Rio de Janeiro, de uma nova base para a força de submarinos e de um estaleiro a ser operado no Brasil pelo setor privado francês e devolvido ao país em vinte anos (MARTINS FILHO, 2014, p. 135).

Com a efetividade dessa cooperação militar entre os dois países, o Presidente Lula através da Marinha criou a Coordenadoria Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN), responsável pelo gerenciamento de todas as atividades do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). A retomada do programa também contou com o fortalecimento do Ministério da Defesa na gestão de Nelson Jobim (2007 – 2011), que condicionou os investimentos nas Forças Armadas à elaboração da Política Nacional de Defesa (PND) para uma Estratégia Nacional de Defesa (END), finalmente aprovada em 18 de dezembro de 2008.

Contando com uma Política Nacional de Defesa para organizar a gestão de projetos das Forças Armadas, a END estabelece em sua formulação sistemática como setores estratégicos, o espacial, o cibernético e o nuclear, reorganizando a Base Nacional de Defesa para um desenvolvimento tecnológico independente. Em relação à energia nuclear, a END propõe: a independência nacional pela capacitação autônoma do setor nuclear, a confirmação do uso pacífico da energia nuclear, a necessidade estratégica de desenvolver e dominar a tecnologia nuclear e a realização de iniciativas que exijam independência tecnológica (BRASIL, 2008; KOGA, 2016).

A END propõe ainda como um dos objetivos estratégicos e táticos da Marinha, a organização de uma força submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear, bem como os investimentos e as parcerias necessárias para executar o projeto de construção de sua nacionalização completa e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível e da tecnologia da construção de reatores, para uso exclusivo do Brasil (BRASIL, 2008).

Segundo Corrêa (2012), em uma Aula Magna no dia 6 de julho de 2012, deu-se oficialmente o início do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), selando o Acordo Militar entre o Brasil e França para a aquisição de submarinos convencionais e nuclear com transferência de tecnologia.

O programa tem como objeto precípua a obtenção pelo Brasil do submarino com propulsão nuclear, incluindo no mesmo programa um estaleiro de construção e manutenção, e a construção de uma base naval, ambos em Itaguaí, Rio de Janeiro. Assim, por meio de contratos com a empresa estatal francesa DCNS (que a partir de junho de 2017 chama-se Naval Group), líder no mercado europeu em sistemas navais de superfície, de submarinos e armas submarinas, o PROSUB engloba em seu pacote: infraestrutura industrial, projeto e construção do submarino com propulsão nuclear, a construção de quatro submarinos convencionais, a transferência de tecnologia, a nacionalização de equipamentos e a nacionalização/capacitação de pessoal (KOGA, 2016).

Pelo acordo, na França será construída a seção de proa do primeiro submarino convencional, acompanhada por técnicos da MB e da empresa francesa. No Brasil, com técnicos da MB, da Naval Group e do Consórcio Nacional de empresas criadas para o PROSUB, se dará a construção das demais seções do primeiro submarino e todas as seções dos demais submarinos convencionais, bem como, todas as partes não nucleares do submarino de propulsão nuclear (casco resistente, sistema de controle de imersão, sensores, motor elétrico de propulsão, etc.) e os sistemas de combate – integração (sonar e direção de tiro), exceto o reator nuclear. A construção e infraestrutura do Complexo Naval em Itaguaí serão realizadas pelo consórcio nacional.

A classe de submarinos comercializada pela empresa francesa e escolhida para ser adaptada ao PROSUB, constituindo-se, assim, na classe Riachuelo para nossos submarinos, é a classe Scorpène, considerada pelos especialistas navais internacionais, como uma das mais bem sucedidas em operação no mundo atualmente. Para a escolha da França como parceiro comercial, pesou o fato desse país projetar, construir e comercializar submarinos convencionais e nucleares, além de dispor de transferência de tecnologia em seu pacote de negócios.

Os submarinos da classe Scorpène têm concepção avançada com características stealth (furtivas), cuja estrutura possui um design "limpo", extremamente hidrodinâmico e silencioso, mesmo medindo cerca de 64 metros e deslocando quase 1.600 toneladas. Aços especiais

utilizados em sua fabricação reduzem o peso do casco de pressão, permitindo carregar mais combustível e munição, conferindo maior autonomia e poder de combate. O elevado nível de redundância de seus sistemas, visam possibilitar uma média de 240 dias de mar por ano, com capacidade de efetuar mergulhos a mais de 300 metros de profundidade, uma liberdade tática até hoje inédita em submarinos convencionais. O Scorpène possui alto índice de automação, com sistemas monitorando continuamente o leme, a propulsão, os diversos compartimentos que possam afetar a segurança quando submersos e o controle de avarias ou perigos eminentes, como fogo, presença de gases e perda de pressão. A propulsão é garantida por dois motores diesel com potência unitária de 1.600 hp e um motor elétrico gerando 3.600 hp, permitindo ao Scorpène atingir velocidades de até 20 nós quando submerso. Os seus equipamentos internos são montados sobre sustentações elásticas do tipo "shock-resistant" comuns em navios de propulsão nuclear, que diminuem as vibrações e conseqüentemente a emissão de ruídos para fora do casco. Assim o Scorpène pode realizar missões anti-submarino e anti-superfície em qualquer condição de mar, além de operações de infiltração e exfiltração de comandos, sempre com alta taxa de discricção (PODER NAVAL, 2018b; MARINHA DO BRASIL, 2020).

Segundo Medeiros (2019), existem basicamente três tipos de submarinos, classificados quanto ao tipo de propulsão: o convencional à diesel, o convencional à diesel com sistema de ar independente (AIP) e o nuclear. O Scorpène à diesel pode ser equipado adicionalmente com o sistema de propulsão tipo "ar independente da atmosfera" (AIP – Air Independent Propulsion) francês MESMA (Module d'Énergie Sous-Marine Autonome)<sup>8</sup>, que emprega etanol e oxigênio para mover uma turbina a vapor. O Brasil preferiu não instalar o MESMA e, na seção adicional que este ocuparia, aumentou o espaço para combustível, alimentos e beliches adicionais. O Scorpène tem um casco hidrodinâmico construído com aço HLES 80, derivado do que é usado nos atuais submarinos nucleares franceses. Essa classe também já foi adquirida pelas marinhas do Chile (1999), Malásia (2009) e a Índia (início contrato em 2005 com transferência de tecnologia) (PODER NAVAL, 2018b).

Para se chegar à conclusão sobre o melhor projeto de um submarino convencional que atendesse às necessidades brasileiras, uma extensa pesquisa foi executada nos diversos modelos de submarinos disponíveis, junto aos países que os detêm, para se conhecerem as possibilidades e limitações de cada um deles. Além disso, como o País decidiu obter também o submarino de propulsão nuclear, ficamos impedidos de optar pelo modelo alemão, uma vez que a Alemanha não fabrica nem possui submarinos com esse tipo de propulsão. Atualmente, apenas um seletivo grupo de

---

8 A propulsão de ar-independente (AIP) é qualquer tecnologia de propulsão que permite que um submarino não nuclear possa operar sem acesso ao oxigênio atmosférico. O AIP pode aumentar ou substituir o sistema de propulsão diesel-elétrico dos submarinos convencionais, aumentando o tempo em submerso. O sistema MESMA francês é uma versão modificada do sistema de propulsão nuclear com o calor gerado pelo etanol e oxigênio. Especificamente, uma unidade de potência de turbina a vapor convencional que é alimentado por vapor gerado a partir da combustão de etanol e que armazena oxigênio a uma pressão de até 60 atm. Esta pressão de queima permite que o escape CO<sub>2</sub> a ser expelido ao mar possa ocorrer a qualquer profundidade sem um compressor de escape, com baixo sinal de ruído e aumentando a capacidade furtiva (stealth) do submarino. Entretanto, isto requer a adição de 8,3 metros (27 pés) por seção de casco de 305 toneladas para o submarino, e resulta num submarino capaz de funcionar durante mais de 21 dias subaquáticas, dependendo de variáveis tais como a velocidade. O MESMA pode proporcionar maior potência do que as outras alternativas, a sua eficiência inerente é a menor do que a dos seus concorrentes AIP e sua taxa de consumo de oxigênio é correspondentemente maior .

cinco países possui essa tecnologia: China, EUA, França, Reino Unido e Rússia. Como qualquer projeto dessa complexidade, é natural que existam vantagens e desvantagens em cada uma das opções examinadas, avaliações que foram consideradas nos citados relatórios e que serviram de base para a escolha. Dentre as vantagens que o Submarino Scorpène apresenta, destaca-se o emprego dos mesmos sistemas (sensores, sistema de combate, armamento, sistema de controle da plataforma, etc) existentes nos submarinos nucleares franceses. Ajustes de software compatibilizam as diferentes necessidades de desempenho, que do ponto de vista logístico e de atualização tecnológica, constituem diferencial respeitável (PADILHA, 2017).

De acordo com a MB, o PROSUB, que completou dez anos de atividades, está colocando o Brasil num seletivo grupo de países capazes de projetar e construir submarinos, convencionais e nucleares. Em fins de 2018, o primeiro submarino convencional SBr 40 Riachuelo, foi entregue ao mar e no início de 2019, houve a integração das seções do também convencional SBr 41 Humaitá. Os demais, SBr 42 Tonelero e o SBr 43 Angostura, deverão ser lançados entre 2020 e 2022. O submarino nuclear SNBr 10 Álvaro Alberto, iniciou sua construção em fevereiro de 2020, devendo estar concluído em 2029. Será um submarino nuclear com diâmetro de 9,8 metros, ante os 6,2 metros dos convencionais, para poder acomodar o reator nuclear PWR (*pressurized water reactor*). Seu comprimento será de um pouco mais de 100 metros, com deslocamento de cerca de 6.000 toneladas e propulsão turbo-elétrica de 48 MW de potência. O reator nuclear de propulsão para esse submarino não está incluso no programa de transferência de tecnologia e está sendo construído à parte pelo LABGENE (MARINHA DO BRASIL, 2020).

Em relação ao submarino nuclear, primeiramente chama a atenção o seu porte: com o comprimento total superior a 100 metros e diâmetro interno do casco resistente maior que 9 metros, o deslocamento do SN-BR está projetado em aproximadamente 6.000 toneladas quando na superfície e 6.500 toneladas em imersão. Esses números são semelhantes aos da consagrada classe “Los Angeles” de submarinos nucleares da Marinha dos Estados Unidos. Entretanto a projeção de velocidade como a de >19 nós é considerada baixa, embora esses sejam apenas dados de classificação inicial, podendo ser mudado ao longo do desenvolvimento do programa (DEFESANET, 2018b).

A construção de um submarino, ou qualquer outro meio naval com propulsão nuclear, representa também um grande desafio técnico para o licenciamento conjugado da segurança nuclear com a segurança da plataforma naval, de forma a garantir a segurança operacional integrada do conjunto.

Lembramos que o LABGENE é o protótipo em terra da planta de propulsão nuclear que servirá ao submarino nuclear. Ele terá 11MW de potência elétrica, providos por um reator nuclear do tipo PWR e quatro turbogeradores que alimentarão um Motor Elétrico de Propulsão (MEP) e demais sistemas da referida planta. Isso servirá de base e de laboratório para qualquer outro projeto de reator nuclear no Brasil, e permitirá a obtenção da capacitação necessária para incorporá-la ao SNBr. A diferença de configuração dessa planta de reator para um reator comercial está na possibilidade de potência desenvolvida, que será variável e menor, em função das condições operativas e a demanda de um submarino (MEDEIROS, 2019; BRASIL NUCLEAR, 2018; 2019).

A CNEM licencia instalações fixas, inclusive militares, mas não dispõe de técnicos com conhecimento de projeto, construção, comissionamento, operação e descomissionamento de submarinos, ou outros meios navais, para fazer a análise conjugada da segurança nuclear

naval. Dentre as atividades importantes ocorridas em 2018, ocorreu a criação da Agência Naval de Segurança Nuclear e Qualidade (AgNSNQ), uma agência reguladora nuclear criada dentro da MB, que tem a missão de regular e fiscalizar a segurança (nuclear e naval) de meios navais com planta de propulsão nuclear, bem como garantir a qualidade no desenvolvimento tecnológico de produtos e sistemas navais de defesa. Para facilitar essa atuação coordenada, encontra-se em tramitação um Protocolo de Intenções Mútuas (PIM) entre a CNEM e a AgNSNQ visando à colaboração em capacitação, elaboração de normas e procedimentos, análise de documentação, software e resposta a emergências. Em consequência, o reator que embarcará no submarino nuclear terá passado por duplo licenciamento: seu protótipo em terra do LABGENE, pela CNEN; e a versão a ser embarcada no SNBr 10, pela AgNSNQ, o que torna o caso brasileiro único no mundo. (BRASIL NUCLEAR, 2018).

Como podemos perceber, tornar real o projeto de construção do submarino nuclear nacional é um empreendimento complexo, que além dos pressupostos técnico-científicos e de engenharia necessários, envolve uma grande mobilização de diferentes campos de conhecimento como prática social e empreendimento humano-social.

## **2.4 – O empreendimento PROSUB e seus impactos:**

O PROSUB é o maior empreendimento da história da indústria nacional brasileira e da Marinha do Brasil. Ele faz parte atualmente, do maior empreendimento técnico-científico do país em andamento, superando até mesmo o recente e ambicioso Projeto Sirius de Luz Síncrotron como acelerador de elétrons, de custo total estimado para a construção do laboratório, da ordem de R\$ 1,8 bilhão (OLIVEIRA, 2020).

Como vimos, o PROSUB é o desdobramento de anos de pesquisas no projeto de domínio do ciclo do urânio, de pesquisas para a obtenção de combustível de projeto de reatores nucleares e da capacidade em projetar e construir submarinos. O design, construção, nacionalização de sistemas, transferência de tecnologias, licenciamento de instalações e procedimentos, bem como o licenciamento de normas e equipamentos que envolvem a construção do submarino nuclear e da planta de seu reator nuclear através do LABGENE, produzem como empreendimento um arrasto tecnológico e científico (*spin-off*) sem precedentes na história do país. O mesmo pode ser dito sobre a formação humana em qualificação técnica e científica para o empreendimento.

Da parceria estratégica entre o Brasil e a França, que deu origem ao PROSUB através do acordo de dezembro de 2008, foram assinados protocolos de nível político que intencionavam a parceria comercial de futuros contratos entre os dois países.

Devido ao fato de as tecnologias sensíveis desenvolvidas na França estarem sob controle do Estado, as contratações no âmbito do PROSUB necessitaram ser precedidas por atos celebrados entre autoridades daquele país e do Brasil. Nesse sentido, em dezembro de 2008, foram assinados documentos de alto valor estratégico e estabelecidos acordos entre os dois países, a saber: *i*) plano de ação (parceria estratégica) prevendo cooperação na área de defesa, estabelecido pelos respectivos presidentes da República; *ii*) acordo de cooperação na área de submarinos, firmado pelos ministros da Defesa; *iii*) ajuste técnico relativo à concepção, à construção e ao comissionamento de submarinos, assinados pelos comandantes das marinhas; e *iv*) contrato principal do programa, relativos à transferência de tecnologia e prestação de serviços técnicos (NETO, 2012).

Abrangendo oito contratos firmados entre a MB, a empresa francesa Naval Group (à época era chamada DCNS), a Construtora Norberto Odebrecht SA (CNO) e uma Sociedade de Propósito Específico, na qual o governo brasileiro, representado pela MB, detém uma ação a título de *golden share*, com poder de veto, denominada ICN - Itaguaí Construções Navais (CNO 50%; Naval Group 49%; Governo Federal 1%).

As Sociedades de Propósitos Específicos tem como finalidade executar um trabalho cujo objeto social se detém à exploração de empreendimento determinado, delimitado, podendo a atividade se restringir a um ou mais negócios determinados. Elas estão previstas na Constituição Federal para executar os objetos sociais de Parcerias Público-Privadas – PPPs (art.9º da Lei 11.079/2004) e pelo Código Civil Brasileiro, no parágrafo único do Artigo 981 (DI PIETRO, 2009).

Segundo Pela (2008), a *Golden Share* é um título acionário representativo de uma unidade do capital social, que atribui ao seu titular – no caso, o Estado - prerrogativas especiais, não proporcionais à sua participação no capital da sociedade, destinadas a resguardar interesses nacionais, como o direito de impedir o ingresso de acionistas estrangeiros no bloco de controle da companhia. Em sua origem, portanto, a *golden share* visa à satisfação de interesses públicos.

O contrato principal do PROSUB foi celebrado pela MB e o Consórcio Baía de Sepetiba (CBS), formado pela Naval Group, a CNO e a ICN. O consórcio CBS é um Consórcio de Sociedades do Rio De Janeiro, fundada em 20/02/2009. Sua atividade principal é a construção de embarcações de grande porte e funciona como uma interface entre a MB e as demais empresas do programa (PESCE, 2009).

Pelo Estado brasileiro, via MB, a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN) é o setor da Marinha, subordinado à Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), responsável pelo gerenciamento de todas as atividades de projeto, desenvolvimento, nacionalização e construção, sendo, portanto, a gestora de todos os contratos comerciais com empresas parceiras. A Naval Group fica responsável pela transferência do *know how* com a incumbência de ofertar toda a tecnologia não nuclear para os projetos e construções. A Construtora Norberto Odebrecht (CNO) é a empresa nacional escolhida pela então DCNS por ser reconhecida internacionalmente como capaz de executar obras civis e atividades industriais complexas. Inicialmente, a demanda era por uma renomada empreiteira que pudesse, a partir do projeto francês, construir os estaleiros e a base naval. Diante da expertise da Odebrecht, a parceria se intensificou. Juntas, constituíram a parceria representada pelas ICN e CBS, em que a Marinha do Brasil tem uma ação preferencial (CASAES JUNIOR, 2009; KOGA, 2016; MARINHA DO BRASIL, 2020).

Como empreendimento, o PROSUB se desdobra em infraestrutura industrial, com a construção da Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), já inaugurada em março de 2013, com 96 mil m<sup>2</sup> de área construída e 45 edificações, onde está sendo feita a construções das seções dos submarinos; e o Estaleiro e a Base Naval de Submarinos, que abrigará o Batalhão de Defesa Nuclear, Bacteriológica, Química e Radiológica (área norte), a área de irradiados (área norte) e na área sul: centro de instrução, centro de manutenção de sistemas, complexo radiológico, estaleiro de construção e estaleiro de manutenção. As obras do Estaleiro e Base Naval foram iniciadas em 2010 pelo CNO e sob supervisão da Naval Group, com previsão de prontificação em 2021 (KOGA, 2016; ANDRADE, 2018).

O PROSUB compreende um total de oito contratos comerciais, que preveem a efetivação de três grandes empreendimentos: *i*) o projeto e a construção de um Estaleiro e Base Naval (EBN) e de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM); *ii*) a construção de quatro submarinos convencionais (S-BR), tendo como modelo a classe francesa *Scorpène*, e o projeto de detalhamento de sua seção intermediária, modificada para atender aos requisitos da MB; e *iii*) o projeto e a construção do casco do primeiro SN-BR. Além disso, os contratos tratam, ainda, da questão dos *offset*<sup>9</sup> e da aquisição de trinta torpedos (possivelmente do modelo F21) e de cinquenta despistadores de torpedo (MARINHA DO BRASIL, 2014).

O PROSUB promove a nacionalização e a transferência de tecnologia através de do projeto e construção dos submarinos convencionais e de todas as partes não nucleares do SNBr. Conforme os oito contratos estabelecidos, as disposições são (KOGA, 2016):

- Contrato 1 – Submarinos Convencionais (SBR) – fornecimento de materiais e equipamentos e construção de 4 submarinos, customizados para os requisitos técnicos da Marinha do Brasil. O anexo H deste contrato refere-se à nacionalização de sistemas e equipamentos;
- Contrato 2 – Submarino com Propulsão Nuclear (SNBR) – projeto, fornecimento de materiais e equipamentos e construção do submarino, exceto a parte nuclear;
- Contrato 3 – Fornecimento de Torpedos F21 e Despistadores de Torpedo, em que o primeiro lote foi entregue pela Naval Group em fevereiro de 2020;
- Contrato 4 – Projeto e construção de um Estaleiro e Base Naval (EBN) e de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM);
- Contrato 5 – Administração, Planejamento e Coordenação do Objeto Precípua;
- Contrato 6 – Transferência de Tecnologia (ToT) – para a construção de submarinos, para o projeto de submarinos, para o projeto e a construção do EBN;
- Contrato 8 – trata de OFFSET.

Cabe ressaltar ainda a criação da Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A, pela Lei nº 12.706, de 8 de agosto de 2012, e Decreto nº 7.898, de 1º de fevereiro de 2013, aplicando diretamente gerenciamento de projetos no Programa Nuclear da Marinha e no PROSUB. A AMAZUL foi criada para promover, desenvolver, absorver, transferir e manter tecnologias necessárias às atividades nucleares e de construção de submarinos. A empresa também é responsável pela captação futura do corpo técnico ao programa, via concurso público. Além disso, destina-se a gerenciar ou cooperar para o desenvolvimento de projetos integrantes de programas aprovados pelo Comandante da Marinha. A AMAZUL nasceu em decorrência da cisão parcial da Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), que lhe transferiu elementos ativos e passivos relacionados às atividades do Programa Nuclear da Marinha (PNM). A AMAZUL deve proporcionar arraste tecnológico e inovação de processos e produtos por outras empresas nacionais. A maior parte das tecnologias desenvolvidas pela

---

<sup>9</sup> O conceito de *offset* advém das ciências econômicas e consiste em uma contrapartida em determinado contrato ou acordo. Nesse contexto, *offsets* são compensações que, em geral, envolvem o fornecimento de produtos de alto valor e/ou elevada sofisticação tecnológica, podendo incluir a transferência de tecnologia e de conhecimentos, bem como a promoção de investimentos e a facilitação de acesso a um mercado específico (UNCITRAL, 1993).



AMAZUL não estão disponíveis no mercado e são fortemente protegidas por medidas cautelares, com a participação de organismos internacionais (AMAZUL, 2014).

O empreendimento PROSUB foi adquirido por um valor de contrato, assinado em 03 de setembro de 2009, da ordem de €\$ 6,8 bilhões de euros, dos quais €\$ 4,32 bilhões de euros foram objeto de financiamento externo em 20 anos, com taxa de 5,50% a.a., com um custo médio por tipo de €\$ 415 milhões de euros (convencional) e €\$ 1,25 bilhão de euros (nuclear sem reator). Em 02 de setembro de 2009 o Plenário do Senado havia aprovado o empréstimo oferecido por um consórcio de bancos para o PROSUB (PODER NAVAL, 2009; NETO, 2012; NAVAL GROUP, 2015; MARINHA DO BRASIL, 2007; 2020).

Desse montante total, cerca de €\$ 6,7 bilhões de euros estão assim divididos (PODER NAVAL, 2009; MARINHA DO BRASIL, 2007; 2020):

- Material dos quatro SBr e respectivo apoio logístico - €\$ 1,68 bilhão;
- Construção dos quatro SBr - €\$ 756,2 milhões;
- Submarino SNBr sem reator - €\$ 700 milhões;
- Construção do SNBr - €\$ 551 milhões;
- Equipamento e sensores - €\$ 99,7 milhões;
- Estaleiro e Base Naval - €\$ 1,785 bilhão;
- Administração do contrato - €\$ 215 milhões;
- Transferência de Tecnologia - €\$ 908,58 milhões.

A previsão orçamentária até o final do programa é de: R\$ 4.684,6 milhões para os quatro SBr, até 2023; R\$ 9.025,8 milhões para o SNBr, até 2032; e R\$ 3.934,5 milhões para o Estaleiro e Base Naval, até 2032.

Para a nacionalização de equipamentos e de sistemas dos submarinos por empresas brasileiras, para se tornarem fornecedores independentes de futuros projetos, bem como a capacitação para o desenvolvimento e integração de softwares específicos de importantes sistemas, são destinados €\$ 100 milhões de euros para os quatro submarinos convencionais e €\$ 100 milhões para o submarino nuclear (PODER NAVAL, 2009; KOGA, 2016).

Muitos foram os desafios enfrentados pelos protagonistas do PROSUB, e muitos enfrentamentos ainda estão por vir com as etapas em andamento. Ao que pese a garantia de sua continuidade pelo fomento orçamentário do Estado e seus colaboradores, somam-se a inconstância política de contextos nacionais e internacionais e a ameaça de casos de corrupção. Como enfrentamentos internos ficam a questão da garantia de nacionalização como capacidade de autonomia técnica e a captação de recursos humanos novos à altura, de forma a garantir a homogeneidade sistemática e técnica do programa. Como já mencionamos, as possibilidades positivas no avanço de diferentes segmentos técnicos, industriais e científicos para a sociedade como um todo são muitos e muitos são urgentes no enfrentamento atual, como é o caso do seu desdobramento no campo da saúde pública. Esperamos que os recursos humanos e financeiros investidos façam por merecer, em um país marcado historicamente pelos descasos, abandonos e imperícia de um Estado brasileiro como o atual.

Segundo Corrêa (2009), o desenvolvimento do programa nuclear brasileiro é o reflexo de contradições históricas e políticas tanto do cenário nacional quanto internacional, construído pela marca da clandestinidade sob o contexto da Guerra Fria e do momento antidemocrático do Golpe militar de 1964.

Sofrendo com as assimetrias de poder nas relações internacionais entre países, principalmente com os EUA, o programa enfrentou a crise energética do petróleo, escândalos de corrupção, movimentos antinucleares e crises econômicas. Assim, o programa é o amálgama de uma elite nacional intelectual e militar, que fez de seus ideais como classe social, um projeto de interesses particulares supostamente para toda a sociedade brasileira. A Marinha do Brasil, como instituição representante da elite do Estado brasileiro, é protagonista fundamental do programa nuclear brasileiro, assim como o comandante Othon (1979 à 1994) é o artífice do submarino nuclear brasileiro. Entretanto, a herança do período antidemocrático militar, exacerbado por um regime ditatorial e cruel, além de sua perspectiva elitista, sempre fez pesar desconfianças na sociedade civil sobre os reais interesses do programa nuclear como política nacional. Fato só amenizado, porém não esquecido, com o estabelecimento das relações democráticas institucionais e a aproximação com o centro acadêmico civil do país sobre questões estratégicas, como o expresso principalmente na fundação da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED), em outubro de 2005, e da Estratégia Nacional de Defesa como política pública, em 2008 (BRASIL, 2008). Ainda assim, a afirmação do programa não é unânime em sociedade e nem homogênea nos poderes internos da Esquadra brasileira, revelando um “fetichismo da tecnologia como traço antigo de nossa cultura militar e política, promovendo uma ambivalência na aplicação da força mais do que na harmonização entre estratégia e armamentos” (MARTINS FILHO, 2014, p. 84).

Sabe-se que, como empreendimento militar, o PNM foi concebido e desenvolvido longe da esfera participativa dos cidadãos comuns e até mesmo da comunidade científica brasileira, mesmo sendo apontado por seus idealizadores como um empreendimento que beneficiaria toda a sociedade. A principal fonte de justificativas favoráveis para o programa do submarino nuclear brasileiro sempre veio de vozes da própria Marinha, mas que só muito recentemente o Estado brasileiro incorporou à Estratégia Nacional de Defesa como uma matriz de interesse tecnológico e social para o país (BRASIL, 2008).

Conforme vimos em Martins Filho (2014), entre especialistas civis da área de defesa, a importância do submarino nuclear não era unânime como ferramenta de persuasão militar. Nem mesmo no Alto Comando da própria Marinha do Brasil (CORRÊA, 2009; MARTINS FILHO, 2011).

O PROSUB e o PNM, diferentemente do que pregam seus defensores, parece acenar para um horizonte de propósitos políticos, científicos e tecnológicos afastado das decisões e do contexto real da maioria da população, que aliais não foi, até o momento, ouvida sobre as reais necessidades que justificassem os enormes investimentos que serão pagos por todos os cidadãos brasileiros. Nesse sentido, como já dissemos anteriormente sobre o PROSUB, é subestimado não só o potencial do programa como empreendimento científico-tecnológico para o país, como é também superestimado o apoio da opinião pública ao programa em sua relevância para o país. Embora o programa brasileiro vise destacar o Brasil na posição de um país que domina a construção de submarinos de propulsão nuclear sem armamento nuclear, essa foi uma decisão estratégica tipicamente militar, fruto do contexto histórico bipolar da Guerra Fria, que só mais recentemente pôde ser integrado ao contexto histórico-social brasileiro, associando-o ao desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias diferentes do emprego militar para o país (CORRÊA, 2009; 2012; 2013; 2017; MARTINS FILHO, 2011; 2014).

Do ponto de vista da estratégia naval, o fim da Guerra Fria significou o término das hipóteses de guerra entre Estados Unidos e União Soviética e trouxe à tona a

chamada guerra de litoral, característica de um mundo unipolar e calcada na dicotomia “projeção de poder” × “negação do uso do mar” em áreas litorâneas. Segundo um oficial reformado da Marinha, “a guerra de litoral valorizou especialmente a mobilidade e a capacidade de operar em litorais alheios, aspectos que constituem vantagens ponderáveis dos submarinos” (MOURA, 2012 *apud* MARTINS FILHO, 2014, p. 136).

Como objeto de estudo para esse trabalho, o submarino SN-10 Álvaro Alberto é um submarino nuclear de ataque da classe Riachuelo, construído a partir da classe francesa Scorpène. Ele terá como objetivo militar, o emprego de dissuasão convencional em águas oceânicas do território denominado Amazônia Azul. Segundo o Glossário das Forças Armadas (BRASIL, 2015, p. 109) “a *estratégia de dissuasão* é a estratégia que se caracteriza pela manutenção de forças militares suficientemente poderosas e prontas para emprego imediato, capazes de desencorajar qualquer agressão militar”. Entretanto, guerras navais de grande escala entre dois países são um tipo de conflito relativamente raro no mundo, sendo o último em 1982 entre a Argentina e o Reino Unido. No que pese o discurso da Marinha, o simples fato de ter propulsão nuclear não faz do submarino brasileiro dissuasório, mas a possibilidade do emprego de armas a partir de um submarino de difícil detecção, sim.

Conforme Martins Filho (2014) e Padilha (2017), o que está em jogo no programa brasileiro é o emprego de um submarino nuclear de ataque com armas convencionais. Embora a Marinha não divulgue maiores detalhes sobre este tema, tudo indica que quando a construção do submarino nuclear estiver concluída, o Brasil terá capacidade militar e autonomia tecnológica em construir parte de seu armamento.

Essas incertezas e a impossibilidade de prever um cenário futuro para o país, alimentadas pelo contexto da pandemia atual, pela enorme participação de militares no poder executivo e por nítidas demonstrações de tirania e descumprimento da Constituição Federal da parte do atual presidente da república, reforçam o medo, a insegurança e o descontentamento em parte da sociedade civil pela questão nuclear, uma vez que a Marinha sempre buscou alinhar o seu programa nuclear com o PROSUB.

Fica evidente para nós a complexidade do PROSUB, bem como a magnitude de um programa que pretende objetivar um submarino nuclear. Sabemos que a vultuosidade de seu dispêndio econômico está à altura de sua aventura como projeto técnico e científico, e que merece ser mais conhecido, mesmo sob o risco de suas contradições históricas. Como vimos, o desenvolvimento do programa nuclear no país envolveu elementos complexos que constituem a realidade brasileira e sua inserção na economia capitalista: aponta para a exploração do trabalho ainda em fins do século XIX com a extração de areias no litoral brasileiro, a corrupção política, a dependência político-econômica nacional, as contradições da produção e submissão tecnológico-científica, o problema da questão ambiental, as disputas políticas na relação de forças internacionais, bem como indica as origens da oligarquia da Odebrecht, então negociadas com o governo militar brasileiro, dando a dimensão de sua participação industrial e condição política na atualidade, entre outros. O Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) necessita assim, portanto, ser desvelado, mais bem compreendido e comunicado a toda sociedade brasileira, para que ela possa democraticamente e com o peso do conhecimento crítico necessário, tecer os seus juízos, elaborar suas apreciações e fazer as suas escolhas.

Portanto, não conhecemos outra maneira de fazer tal incumbência, de forma sistematizada e democraticamente comunicável, a não ser pela sua elaboração como objeto de

investigação de uma proposta de ensino de ciências à educação escolar. Será a socialização de sua dinâmica histórica, como conteúdo de ensino e aprendizagem, como saber elaborado da prática social que deve ser socializado pelo trabalho educativo, que podemos oferecer a condição necessária para que os sujeitos se eduquem e reconheçam no saber por eles adquiridos, as possibilidades de transformação de suas realidades. Educar é aqui para nós, levar o indivíduo a manter uma relação consciente e dialética de apropriação das objetivações sociais do gênero humano, tornando o processo de socialização do saber elaborado realizado pela educação escolar, o próprio processo de desenvolvimento de sua verdadeira natureza humana, ou seja, a construção histórico-social de sua individualidade humana como gênero humano (OLIVEIRA, 1996).

Está assim posto nesse capítulo, parte de nosso desafio como pesquisa no ensino da Física e em Educação em Ciências.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 – A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA E SUA RELAÇÃO COM O TRABALHO EDUCATIVO

##### 3.1.1 - A construção da Pedagogia histórico-crítica:

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) é a teoria da educação proposta pelo filósofo e educador Dermeval Saviani, que tem como referenciais os fundamentos filosóficos do materialismo histórico-dialético como ciência e a concepção gramsciana de educação escolar como fundamento da educação humana<sup>10</sup>. As reflexões sobre as bases teóricas da PHC e do método pedagógico que dela deriva, apresentam-se distribuídas em diversas obras do autor nesses últimos 40 anos, mas encontramos uma sistematização inicial em duas obras basilares: o livro *Escola e Democracia*, de 1983, que desde 2018 encontra-se na 43ª edição; e no livro *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*, de 1991, que em 2011 está na 11ª edição.

Quanto às bases teóricas da pedagogia histórico-crítica, é óbvio que a contribuição de Marx é fundamental. Quando se pensam os fundamentos teóricos, observa-se que, de um lado, está a questão da dialética, essa relação do movimento e das transformações; e, de outro, que não se trata de uma dialética idealista, uma dialética entre os conceitos, mas uma dialética do movimento real. Portanto, trata-se de uma dialética histórica expressa no materialismo histórico, que é justamente a concepção que procura compreender e explicar o todo desse processo, abrangendo desde a forma como são produzidas as relações sociais e suas condições de existência até a inserção da educação nesse processo (SAVIANI, 2011a, p. 141).

Quanto à tarefa de construir uma pedagogia a partir dos fundamentos do materialismo histórico-dialético, como o preconizado por Marx e Engels, Saviani assim esboça o seu pensamento:

Penso que a tarefa da construção de uma pedagogia inspirada no marxismo implica a apreensão da concepção de fundo (de ordem ontológica, epistemológica e metodológica) que caracteriza o materialismo histórico. Imbuído dessa concepção, trata-se de penetrar no interior dos processos pedagógicos, reconstruindo suas características objetivas e formulando as diretrizes pedagógicas que possibilitarão a reorganização do trabalho educativo sob os aspectos das finalidades e objetivos da educação, das instituições formadoras, dos agentes educativos, dos conteúdos curriculares e dos procedimentos pedagógico-didáticos que movimentarão um novo *éthos* educativo voltado à construção de uma nova sociedade e de uma nova cultura; de um novo homem, enfim (SAVIANI, 2012b, p. 7).

Foi em fins da década de 1970 e começo da década de 1980, sob o contexto da transição política e democrática no país, que Dermeval Saviani viu a necessidade de formulação de uma pedagogia que tratasse da realidade da educação brasileira.

---

10 Sobre as formulações de Gramsci e Saviani em relação à escola e à educação, podem ser encontradas em Martins, M. F. (2018): "Tradução" da escola unitária de Gramsci pela pedagogia histórico-crítica de Saviani. *ETD - Educação Temática Digital*, 20(4), 997-1017. <https://doi.org/10.20396/etd.v20i4.8649915>.

Uma peculiaridade do período que se estende do final da década de 1970 ao final da década de 1980 é que emergiu um esforço coletivo caracterizado pela organização do campo educacional expresso no surgimento de entidades como a ANPED – Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação –, criada em 1977, o CEDES – Centro de Estudos Educação & Sociedade articulado em 1978 com a organização, nesse ano, do Primeiro Seminário de Educação Brasileira e a ANDE – Associação Nacional de Educação, fundada em 1979. Em especial essa última entidade com o seu periódico, a Revista da ANDE, se constituiu num espaço importante para a busca de difusão, preferencialmente junto aos professores das escolas públicas, das ideias pedagógicas de orientação dialética que vieram a configurar a pedagogia histórico-crítica. E foi também nesse momento que ministrei, em 1978, a disciplina “Teoria da Educação” para a primeira turma do Doutorado em Educação da PUC-SP cuja programação tinha por objeto um estudo monográfico do pensamento e das obras de Gramsci buscando extrair desse manancial os elementos teóricos que nos permitissem compreender de forma crítica os problemas da educação brasileira (SAVIANI, 2012b, p. 6).

O autor relata para esse período, que os problemas relativos à elaboração de uma concepção pedagógica que permitisse superar os limites de uma visão crítico-reprodutivista em educação foram sistemática e intensamente discutidos naquela primeira turma de doutorado, e tiveram sua continuidade nas turmas subsequentes.

Já em 21 de setembro de 1978 Betty Antunes de Oliveira defendia sua tese de doutoramento sobre a *Política de Formação de Professores do Ensino Superior*, que em 1980 foi publicada na forma de livro com o título *O Estado autoritário brasileiro e o ensino superior* (OLIVEIRA, 1980). Nesse trabalho ela utilizou o referencial gramsciano para analisar a política de formação de professores do ensino superior durante o regime militar, entre 1972 e 1978. A partir dos documentos oficiais, mostrou que as diretrizes formuladas pela “sociedade política”, isto é, pelo aparelho governamental, geram, na “sociedade civil”, resultados contraditórios. Mas foi com a tese de Carlos Roberto Jamil Cury, *Educação e Contradição: elementos metodológicos para uma teoria crítica do fenômeno educativo*, defendida em 3 de outubro de 1979, mas publicada apenas em 1985, que se fez um primeiro esforço de sistematizar, pela via das categorias lógicas, uma teoria crítica não reprodutivista da educação (CURY, 1985). Por isso considere o ano de 1979 como um marco importante na formulação da pedagogia histórico-crítica (idem, ibidem, p. 6).

Com o desenvolvimento da PHC, Dermeval Saviani começou a sistematizar a sua crítica em relação à educação e à sociedade, recorrendo a alguns textos de Marx, tais como “O método da economia política” – um texto que trata especificamente da distinção entre produção material e não-material (MARX, 2008), tendo em vista a caracterização da natureza e especificidade da educação (SAVIANI, 2011a) – bem como recorrendo ao critério de cientificidade do método pedagógico proposto em suas formulações, buscando diferenciar-se dos métodos tradicionais como o de Bacon e o experimental de Dewey (SAVIANI, 2012b; 2019b). Além de Marx, o autor buscou em Gramsci, como teórico marxista que mais avançou na discussão da educação, aprofundar as suas análises pedagógicas na discussão da questão escolar para a PHC (MARTINS, 2018; SAVIANI, 2011b).

Logo de início é possível afirmar que, em verdade, pedagogia histórico-crítica pode ser considerada sinônimo de pedagogia dialética. No entanto, a partir de 1984 dei preferência à denominação pedagogia histórico-crítica, pois o outro termo –

pedagogia dialética – vinha revelando-se um tanto genérico e passível de diferentes interpretações. Sabe-se que há uma interpretação idealista da dialética, além de uma tendência a julgá-la de uma forma especulativa, portanto, descolada do desenvolvimento histórico real. Há correntes, por exemplo, próximas à fenomenologia, que utilizam a palavra dialética como sinônimo de dialógico, ou seja, referente ao diálogo, à troca de ideias, à contraposição de opiniões, e não propriamente como teoria do movimento da realidade, isto é, teoria que busca captar o movimento objetivo do processo histórico. Outro motivo da opção por pedagogia histórico-crítica foi a ocorrência de diferentes visões da palavra dialética, considerando que, quando a pronunciamos, cada um tem na cabeça um conceito de dialética – em consequência do que a expressão pedagogia dialética acaba sendo entendida com conotações diversas (SAVIANI, 2011a, p.75).

Ainda segundo nosso autor, desde o seu curso de pós-graduação na PUC-SP, as discussões já apresentavam um caráter coletivo na construção do que vinha a se concretizar como PHC, onde uma abordagem mais dialética da prática educativa passou a ser desenvolvida e discutida de forma mais ampla, deixando de ser um esforço individual para assumir uma produção intelectual mais coletiva.

Apesar de Saviani nos apresentar as primeiras bases da pedagogia histórico-crítica e do método pedagógico dela derivada no início da década de 1980, somente em 1991, oito anos depois do livro *Escola e democracia*, temos outra obra dele mesmo – esta sim francamente direcionada à pedagogia histórico-crítica –, que coleta textos de conferências suas realizadas na década de 1980. Trata-se do clássico *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações* (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 33).

Uma importante obra que buscou uma sistematização mais concreta da PHC, mas sem se restringir a ela, é a publicação em 1982 do livro *Socialização do saber escolar*, de Betty Oliveira e Newton Duarte (OLIVEIRA; DUARTE, 1987) onde, com base nas ideias propostas por Saviani, é analisada uma experiência de ensino a partir do Programa de Educação de Jovens e Adultos (PEA) na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Em 1993, Newton Duarte publica um livro produto de sua Tese de Doutorado, defendido na UNICAMP, com o título *A individualidade para si*. Nessa obra, em que o autor inclui a sua tese no interior da construção coletiva da PHC, Duarte exige que se apresentem mais propostas pedagógicas concretas para a educação escolar. Em 1996, década em que o neoliberalismo e a pós-modernidade assumem forte centralidade nas políticas educacionais no país, o livro *Escola e democracia*, de Saviani, completa sua 30ª edição. Nesse mesmo ano Betty Oliveira publica *O trabalho educativo: reflexões sobre paradigmas e problemas do pensamento pedagógico brasileiro*, onde a autora também inclui a sua obra como parte de um conjunto de estudos e pesquisas que contribuem para a construção coletiva da PHC (MARSIGLIA, 2016; GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Entretanto para Saviani (2019a; 2019b), o evento realizado em 1994 na UNESP de Marília e que recebeu o nome de Simpósio de Marília, é considerado um marco importante da referida construção coletiva, tanto pelos trabalhos apresentados na sistematização de categorias e princípios ontológicos para a PHC, como na organização do seu método com vistas a sua aplicação à realidade escolar brasileira, conforme cita Newton Duarte na apresentação do Simpósio:

O contexto no qual esta apresentação adquire sentido é o da construção coletiva da Pedagogia histórico-crítica. Não é casual que essa corrente pedagógica nunca tenha sido denominada “Pedagogia Dermeval Saviani”, ainda que o trabalho desse educador seja uma das referências fundamentais dessa corrente. A construção coletiva dessa pedagogia está em andamento tanto no que diz respeito à elaboração teórica, quanto no que diz respeito ao enfrentamento dos problemas postos pela prática no campo educacional. Há muito por ser feito nessas duas direções (DUARTE, 1994, p. 129-130).

Marsiglia (2016), mesmo reconhecendo a importância do Simpósio de Marília em 1994, sustenta que, desde a sua realização até o início do século XXI, nenhuma obra abordou sistematicamente a PHC. Somente em 2002 é que novos trabalhos surgem retomando a discussão teórica da PHC, sendo o ápice dessa retomada o Seminário “Pedagogia histórico-crítica: 30 anos”, realizado na UNESP de Araraquara/SP, em dezembro de 2009, promovido pelo Grupo de Pesquisa Estudos Marxistas em Educação (GPEME), motivando o ressurgimento de novos estudos e trabalhos entre 2010 e 2019. Conforme atenta Marsiglia (2011 *apud* GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 35):

Nesse evento [...] estiveram reunidos professores e alunos de graduação e pós-graduação de 69 instituições, 37 cidades, 11 estados brasileiros, o que revela que os educadores não deixaram de discutir alternativas pedagógicas para uma educação crítica. A busca por caminhos para a melhoria da escola pública não apenas não cessou como aumenta a cada dia; a cada piora dos resultados da qualidade de ensino; a cada sala de aula fechada, que tem como efeito a superlotação de outras; a cada golpe nos direitos dos professores e da classe trabalhadora em geral; a cada aluno que sai da escola sem os conhecimentos mínimos esperados de um estudante que frequentou a educação básica.

O ano de 2002 marca o início do curso de Pedagogia na UNESP, campus Bauru, cujo projeto político pedagógico é fundamentado na PHC e formou a sua primeira turma em 2005. O ano de 2002 também marca o início de disciplinas na UNICAMP, UFBA, UnB e UFSCAR, exclusivamente voltada para a PHC. As contribuições acadêmicas à PHC vêm fundamentalmente de dois grupos de estudos e pesquisas: o Grupo de Estudos e Pesquisas História, Sociedade e Educação no Brasil (HISTEDBR), coordenado por José Claudinei Lombardi e Dermeval Saviani; e o grupo Estudos Marxistas em Educação, coordenado por Newton Duarte e Lígia Marcia Martins (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Em 2012, juntamente com Newton Duarte, Saviani publica o livro *Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar* onde, numa coletânea de textos, busca-se defender a PHC contra as ideias atuais e hegemônicas em educação; e demonstrar que a PHC se situa na defesa da participação do trabalho educativo escolar como processo de superação da sociedade burguesa, por meio da luta permanente pela efetivação das máximas possibilidades de socialização dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos através da escola. Com isso, busca-se compreender o campo da educação e a luta pela defesa da escola pública como um campo estratégico de disputas na contradição que marca a história da educação escolar na sociedade capitalista (SAVIANI; DUARTE, 2012). Interrompendo um longo intervalo de tempo sem a realização de eventos oficiais sobre a PHC, ocorre no mesmo ano o Congresso “Infância e pedagogia histórico-crítica”, realizado na UFES, em Vitória/ES, coordenado pela professora Ana Carolina Galvão, onde são discutidos o referencial teórico da



PHC à infância, contribuindo para novas proposições pedagógicas no âmbito dessa teoria (PASQUALINI, 2012).

Em 2013, na conferência de abertura XI da Jornada do HISTEDBR, Saviani tratou da reflexão sobre a educação escolar no contexto da luta de classes e em perspectiva com a PHC, situando o problema da violência atual no mundo em que ressurgem como propostas políticas conservadoras, a apologia às formas fascistas e nazistas do passado histórico (SAVIANI, 2019b).

Entre 2009 e 2019, a PHC alcançou uma produção expressiva e considerável na forma de dissertações, teses, livros e artigos, bem como diversas novas iniciativas de implementação da PHC em diferentes municípios do país. O ano de 2019, em que a PHC completou seus 40 anos na educação brasileira, foram celebrados com mais um livro de Dermeval Saviani (SAVIANI, 2019b), *Pedagogia histórico-crítica, quadragésimo ano – novas aproximações*, e um Seminário organizado pela Universidade Federal da Bahia, marcado por discussões de uma conjuntura de dificuldades para as forças progressistas em todo o mundo, ao mesmo tempo em que no Brasil estamos vivendo um período de regressão civilizatória, com intensa atuação de forças sociais e políticas de extrema direita cujo traço definidor no plano educacional é o profundo desdém pelo conhecimento científico, o apego a formulações fundamentalistas, e a “mercadorização” da educação.

Enfim, embora não seja objetivo nosso aqui tratar ou dar conta detalhada das publicações, produções e estudos desenvolvidos nessa construção coletiva da PHC nos últimos dez anos, destacamos o trabalho de Gama (2015) sobre a obra do professor Saviani; os textos de Marsiglia (2016), Marsiglia e Cury (2017), Gama e Marsiglia (2018) para a PHC; e uma listagem de dezenove referências de livros publicados sobre a discussão de diferentes aspectos da PHC, e que foram apresentados como nota do capítulo 2 em Galvão, Lavoura e Martins (2019, p. 35).

Na intenção de refletir sobre os fundamentos da PHC com experiências pedagógicas mais concretas de trabalho educativo, destacamos a XI Jornada do HISTEDBR, realizada em 2013, em Cascavel no Paraná, com o tema central “A pedagogia histórico-crítica, a educação brasileira e os desafios de sua institucionalização”, onde pela primeira vez foi contemplado o eixo temático de apresentação de trabalhos denominado “Pedagogia histórico-crítica”. Nesse sentido destacamos o trabalho de Balzan e Orso (2013). Imbuindo-se de novas experiências da prática pedagógica, a PHC esteve presente em programas do Governo Federal na modalidade da Educação do Campo, em programas como “Escola Ativa / Escola da Terra”, na Bahia e em Santa Catarina (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019).

A PHC defende uma específica concepção de sociedade, de homem e de educação; defende, portanto, a necessidade da desmistificação da vida à medida que os nexos causais que constituem a mundo concreto precisam ser apreendidos e acessados pela classe trabalhadora; defende ainda que são os próprios homens e não o destino, a fatalidade, a sorte ou o azar, ou até mesmo qualquer individualidade hipostasiada como o Wantraub ou Bolsonaro, os responsáveis pela transformação da escola e da sociedade. Para avançar em sua crítica, a PHC se fundamenta no materialismo histórico e dialético, superando por incorporação a lógica formal e binária de compreensão e análise dos fenômenos existentes no mundo, sejam estes de ordem natural ou social. Para realizar todo esse movimento no campo das ideias, no campo da tomada de consciência, a PHC se vale de um determinado método pedagógico (o método materialista histórico e dialético) que tem na concepção de educação

como atividade mediadora da prática social um de seus principais eixos, prática social essa que é sustentada pela dimensão ontológica do ato de ensinar.

Sendo hoje a PHC amplamente divulgada e relativamente conhecida por professores da Educação Básica, podemos dizer que ela se estabeleceu relativamente como prática pedagógica na educação pública, sendo incorporada como proposta curricular à rede pública do estado do Paraná entre os anos de 1980 e 1990 (BACZINSKI, 2012), ou a programas de formação continuada de professores por Secretarias de Educação em municípios como os de Cascavel, Cambé e Itaipulândia, no Paraná, e em Limeira, Presidente Prudente e Bauru, em São Paulo (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019).

Numa conferência sobre “educação e contemporaneidade” proferida na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em 2009, cujo texto foi publicado em 2013, no livro *Aberturas para a história da educação* (SAVIANI, 2013, p. 75–87), Saviani destaca a educação na sua forma escolar como a forma mais privilegiada e elevada de educação nas sociedades modernas, desmistificando as afirmações neoliberais e suas pedagogias atuais, de que a escola está ultrapassada.

A tarefa da educação é selecionar do conjunto das objetivações humanas produzidas historicamente os elementos essenciais que constituem a realidade humana própria de uma época determinada. Uma vez identificados esses elementos é tarefa da pedagogia organizá-los e sequenciá-los para viabilizar sua apropriação pelos educandos no espaço e tempo escolares. E essa tarefa é imprescindível para que os membros das novas gerações possam se inserir de forma ativa na sociedade em que vivem, para torná-los, enfim, atuais à sua época. Segue-se, pois, que a referência para a seleção dos conteúdos educacionais, o critério para a identificação dos elementos essenciais que devem integrar os currículos escolares, não é o passado. É a atualidade (SAVIANI, 2018b, p. 240)..

Assim, nosso autor reafirma que a estratégia para lidar com os desafios da institucionalização e implementação da PHC, em função dos problemas colocados na atualidade pelo que ele denominou de “Internacional Capitalista da Educação”, está na estratégia da organização coletiva da PHC como práxis revolucionária em educação..

### **3.1.2 – O problema da educação escolar e os fundamentos da PHC**

Segundo Saviani (2018a), os sistemas de ensino estão fundados no princípio da educação como um direito de todos e dever do Estado, elaborados pela sociedade democrática burguesa em vistas de sua consolidação como classe social, que celebrado por meio de um livre contrato entre os indivíduos, exigia o rompimento da barreira da ignorância do “Antigo Regime” através da educação escolar. O problema da marginalidade em sociedade é entendido como proveniente da ignorância dos indivíduos, sendo a escola a salvaguarda de soluções ao garantir a transmissão dos conhecimentos acumulados e sistematizados pela humanidade. O professor, nessa concepção, é o responsável por garantir a transmissão de conhecimentos aos alunos, aos quais cabe a assimilação dos conteúdos escolares.

Segundo Batista e Lima (2012, p. 2):

Ao abordar nos anos de 1980 o tema educação e marginalidade, a partir de dados concretos que demonstravam uma tendência latino-americana à exclusão escolar e aos baixos índices de rendimento, Saviani classificou as teorias da educação de

acordo com seu posicionamento diante dessa realidade concreta. Por um lado, algumas teorias entendiam ser a educação um instrumento de equalização social e superação da situação de marginalidade. Por outro lado, havia as teorias que viam a educação como um instrumento de discriminação social, fator de marginalização.

Ao primeiro grupo de teorias citadas no texto dos autores acima, Saviani denominou de “teorias não críticas”, pois buscavam compreender a educação a partir dela mesma, sem considerar as condições objetivas que a determinam como fenômeno social; ao outro grupo, atribuiu a denominação de “teorias crítico-reprodutivistas”, que ao se remeterem aos condicionantes objetivos e determinações sociais, acabam traduzindo o fenômeno educativo como mera reprodução da sociedade.

Conforme Eraldo Batista e Marcos Lima (2012) e de acordo com uma classificação feita por Saviani (2012; 2018a), as teorias não-críticas em educação – Pedagogia Tradicional, Pedagogia Nova e Pedagogia Tecnicista – concebem a sociedade como “essencialmente harmoniosa”, a educação vem para corrigir o problema da marginalidade, sendo que na Pedagogia Tradicional, marginal é aquele que é ignorante; na Pedagogia Nova marginal é o rejeitado; e na Pedagogia Tecnicista, marginal é o incompetente.

Com efeito, nessas pedagogias está ausente a perspectiva historicizadora. Falta-lhes a consciência dos condicionantes histórico-sociais da educação. São, pois, ingênuas e não críticas, já que é próprio da consciência crítica saber-se condicionada, determinada objetivamente, materialmente, ao passo que a consciência ingênua é aquela que não se sabe condicionada, mas ao contrário, acredita-se superior aos fatos, imaginando-se mesmo capaz de determina-lo e alterá-los por si mesma. Eis por que tanto a pedagogia tradicional como a pedagogia nova entendiam a escola como “redentora da humanidade”. Acreditavam que era possível modificar a sociedade por meio da educação. Nesse sentido, podemos afirmar que ambas são ingênuas e idealistas. Caem na armadilha da “inversão idealista”, já que, de elemento determinado pela estrutura social, a educação é convertida em elemento determinante, reduzindo-se o elemento determinante à condição de determinado. A relação entre educação e estrutura social é, portanto, representada de modo invertido (SAVIANI, 2018a, p. 51).

Já as teorias crítico-reprodutivistas (Teoria do Sistema de Ensino como Violência Simbólica, Teoria da Escola como Aparelho Ideológico do Estado e Teoria da Escola Dualista), ele as reconheceu como críticas pelo fato delas conceberem a impossibilidade da educação sem tratar dos seus condicionantes sociais; porém são “reprodutivistas” porque “chegam invariavelmente à conclusão de que a função da própria educação consiste na reprodução da sociedade em que ela se insere” (SAVIANI, 2012a, p. 16).

Essas posições pedagógicas, Saviani procurou superá-las através do fundamento da crítica dialética e pelo trato da educação como prática social. O cerne dessa crítica como proposição pedagógica está na superação da crença na autonomia ou na dependência absolutas da educação face às determinações sociais.

Segundo Saviani (2018a; 2019a), diante desse quadro de problemas que configuram a educação, a classe burguesa no início do século XX buscou se renovar através da educação

mantendo a sua condição hegemônica como classe social e constituindo a Escola Nova como uma estratégia hegemônica burguesa em oposição à concepção tradicional em educação<sup>11</sup>.

Concebida como um projeto liberal e democrático, com um discurso de que a marginalidade não provém da ignorância e sim da “rejeição” social pela falta de acesso à escolarização, o escolanovismo encontrou grande aceitação política como discurso e obteve ampla difusão entre educadores brasileiros nos últimos anos. Nesse sentido, a Escola Nova segundo Saviani, passa a resolver o problema da marginalização e a integrar o indivíduo à sociedade não por fazer ele se apropriar dos conhecimentos elaborados (científicos, filosóficos e artísticos) necessários à compreensão dos problemas de sua época, mas por promover a sua “aceitação pelo grupo”, sendo “reconhecido socialmente” como um indivíduo escolarizado e de possibilidades de integração social via processo produtivo, como a formação para o trabalho, por exemplo. Assim, com o abandono da busca pela igualdade social, cada indivíduo ou classe deveria receber a sua educação conforme a sua medida de “ajustamento social”, fazendo da educação escolar um fator de “equalização social”, onde as diferenças individuais dos alunos deixam de ser um problema e passam a ser o centro do trabalho pedagógico (SAVIANI, 2011a; 2018a; 2019a).

Ao conjunto de pressões decorrentes do acesso das camadas trabalhadoras à escola, a burguesia responde denunciando pela Escola Nova o caráter mecânico, artificial, desatualizado dos conteúdos próprios da escola tradicional. Obviamente, tal denúncia é procedente e pode ser contabilizada como um dos méritos da Escola Nova. Entretanto, ao reconhecer e absorver as pressões contra o caráter formalista e estático dos conhecimentos transmitidos pela escola, o movimento da Escola Nova funcionou como mecanismo de recomposição da hegemonia burguesa. Isto porque subordinou as aspirações populares aos interesses burgueses, tornando possível à classe dominante apresentar-se como a principal interessada na reforma da escola, reforma esta que viria finalmente a atender aos interesses de toda a sociedade contemplando ao mesmo tempo suas diferentes aspirações, capacidades e possibilidades. Com isso, a importância da transmissão dos conhecimentos foi secundarizada e subordinada a uma pedagogia das diferenças, centrada nos métodos e processos: a pedagogia da existência ou pedagogia nova (SAVIANI, 2018a, p. 52).

Mascarando o problema da perspectiva de classe social como problema da educação, a pedagogia nova centrou no indivíduo marginalizado o seu trabalho pedagógico, tratando os problemas de aprendizagem como problemas “psicológicos” ou “comportamentais” do aluno, promovendo um “psicologismo” na educação como área de conhecimento pedagógico.

A questão pedagógica passou a centrar-se no “sentimento” e no aspecto psicológico, em detrimento dos conteúdos cognitivos, filosóficos e científicos, desenvolvidos por meio do esforço e da disciplina. Foram esses os princípios norteadores das reformas neoliberais da educação, a partir dos anos de 1990, sintetizados no Relatório Jacques Dolors, lançado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) no ano de 1996, de “aprender a aprender” (MARSIGLIA; BATISTA, 2012, p. 6).

---

11 Para compreender mais sobre a Escola Nova na educação brasileira ver em Saviani (2018a) o capítulo 2 *Escola e Democracia I – a teoria da curvatura da vara* e em Saviani (2019a) a parte três em *As ideias pedagógicas no Brasil entre 1932 e 1969: predomínio da pedagogia nova*.

Temos nessa capacidade de adaptação e de estratégia em recompor a hegemonia como classe social através da educação, um exemplo de embate entre discursos típico da luta de classes como motor da história, conforme teorizou Marx, em que somente a crítica dialética pode dar conta como problema histórico-social.

Diferentemente da perspectiva liberal, a PHC situa a educação como um momento inserido nas relações sociais, em que professores e alunos, como sujeitos de uma relação educativa, são considerados agentes sociais chamados a desenvolver uma prática social, que não tem de um lado o professor como centro do trabalho educativo (pedagogia tradicional) e nem do outro a atividade do aluno (pedagogia nova) como núcleo da ação pedagógica, mas uma prática social educativa que se consolida “no encontro de seus diferentes níveis de compreensão da realidade por meio da prática social comum a ambos” (SAVIANI, 2018a, p. 63). Embora professor e aluno sejam partícipes da mesma prática social como agentes sociais, do ponto de vista pedagógico, há uma diferença essencial, pois, como agentes sociais do trabalho educativo, eles se encontram em níveis diferentes de compreensão (experiência e conhecimentos) da mesma prática social.

A PHC visa resgatar a importância da escola, principalmente da escola pública, através do saber elaborado e pela revitalização do trabalho educativo, ressaltando a especificidade do saber escolar como forma privilegiada da educação. Para o trabalho educativo, ela busca contextualizar os conteúdos da prática social com os saberes elaborados historicamente pela humanidade, como um projeto de emancipação das camadas populares via saber elaborado e organizado (SAVIANI, 2011a; 2018a; 2019a; 2019b).

Em consequência, o saber metódico, sistemático, científico, elaborado, passa a predominar sobre o saber espontâneo, “natural”, assistemático, resultando daí que a especificidade da educação passa a ser determinada pela forma escolar. A etapa histórica em referência - que ainda não se esgotou - corresponde ao surgimento e desenvolvimento da sociedade capitalista, cujas contradições vão colocando de forma cada vez mais intensa a necessidade de sua superação (SAVIANI, 2011a, p.7).

De forma sintética, Saviani (2017a) nos comunica que são três os momentos da PHC que, segundo seu entendimento, toda teoria da educação verdadeiramente crítica e transformadora deve conter: a) apreender a essência da educação identificando suas características estruturais – importa, pois, compreender e explicitar a natureza e especificidade da educação; b) empreender a crítica contextualizada das principais teorias que vêm hegemonizando o campo da educação – o que vem se concretizando coletivamente com as pedagogias do “aprender a aprender” e suas novas configurações em educação; e c) elaborar e sistematizar a teoria crítica da educação – que neste caso é a PHC.

O conjunto dessas ações representa hoje, a construção coletiva da PHC e, conforme nos faz lembrar o próprio autor, “esses três pontos não devem ser considerados formalmente ou cronologicamente em sequência mecânica. Trata-se de momentos que se interpenetram relacionando-se e se condicionando reciprocamente, ainda que, no plano da exposição, nós os abordemos um após o outro.” (*idem*, p. 716). Temos, portanto, que a PHC se caracteriza hoje como um movimento coletivo, que busca formar nos educadores brasileiros uma tomada de posição consciente do trabalho educativo perante a luta de classes na sociedade do capital, com vistas a sua superação por incorporação dialética (SAVIANI; DUARTE, 2012). Como prática pedagógica ela tem sistematicamente desenvolvido experiências de lutas pela

superação dos problemas específicos da educação escolar, e concomitantemente, ao problema mais geral dessa luta, que é a superação da sociedade de classes – onde a luta pela educação escolar pública é a luta contra a sociedade do capital.

Por isso, ao se atrelar a pedagogia histórico-crítica a uma formação escolar humanizadora, há que se ter clareza que essa teoria é absolutamente crítica à concepção liberal de humanização, para quem esse processo se realiza na centralidade do sujeito abstraído das circunstâncias concretas de sua existência. Outrossim, advogamos que a pedagogia histórico-crítica é absolutamente dependente da produção em cada indivíduo particular, das máximas capacidades já alcançadas pelo gênero humano, no que se inclui a captação, pelo pensamento, do movimento instituinte do real e este como síntese de múltiplas determinações. É fato que o conhecimento acerca do real não garante, por si mesmo, os atos necessários à sua transformação, mas sem ele sequer o que é real poderá ser identificado (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 2).

Como assevera Duarte (2016, p. 21):

Defendo a tese de que, na perspectiva da pedagogia histórico-crítica, por um lado a educação é um meio para a revolução socialista e, por outro, a revolução socialista é um meio para a plena efetivação do trabalho educativo. Essa tese tem por pressuposto que o pensamento pedagógico deva ser entendido, na sociedade contemporânea, em suas relações com a luta de classes. Ao contrário do que muitos afirmam e continuam a afirmar, a luta de classes não deixou em instante algum de ser o motor da história e o vetor determinante das relações sociais.

Nos limites da aceitação do referencial teórico marxista como pesquisa em educação, a PHC acumula uma vasta produção literária em livros, revistas acadêmicas, teses e dissertações, se afirmando como uma importante teoria pedagógica “contra-hegemônica” a serviço da educação pública na luta pela qualidade da educação escolar. Desta forma, a PHC assume como teoria educacional, o compromisso político de defesa dos interesses da classe trabalhadora, que é a de uma escola que promova a socialização do conhecimento e do trabalho educativo organizado como saber objetivo e histórico-social, de modo que se realize ao máximo como ensino e aprendizagem o domínio, pela classe trabalhadora, dos conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos plenamente desenvolvidos pela humanidade ao longo da história. Portanto, como saber universal, objetivo, intencional e metódico, cabe à escola cumprir a sua função social precípua que é a de garantir a todos a transmissão e assimilação destes conhecimentos objetivos convertidos em saber escolar.

[...] a escola tem a ver com o saber universal. Portanto, se o saber escolar, em nossa sociedade, é dominado pela burguesia, nem por isso cabe concluir que ele é intrinsecamente burguês. Daí a conclusão: esse saber, que, de si, não é burguês, serve, no entanto, aos interesses burgueses, uma vez que a burguesia dele se apropria, coloca-o a seu serviço e o sonega das classes trabalhadoras. Portanto, é fundamental a luta por essa sonegação, uma vez que é pela apropriação do saber escolar por parte dos trabalhadores que serão retirados desse saber seus caracteres burgueses e se lhe imprimirão os caracteres proletários (SAVIANI, 2011a, p. 55).

Como compromisso da educação escolar no cumprimento de sua função social, a PHC preocupa-se em articular como mediação teórica as possibilidades metodológicas que tem de

um lado aquele que pode garantir como ensino a transmissão desse conhecimento objetivo, universal, metódico e de forma intencional – o professor; e do outro, aquele que deve assimilar de forma plena e eficaz, como aprendizagem, esse mesmo conhecimento objetivo – o aluno. Portanto, temos uma pedagogia como ciência da educação, que se posiciona e diz a respeito do problema prático da transmissão e assimilação do conhecimento objetivo como saber escolar pela prática pedagógica, sem perder de vista o caráter determinante das condições materiais em que se dá esse processo de transmissão-assimilação. Isto porque a PHC parte da análise de uma contradição central presente na sociedade do capital: trata-se da contradição entre a especificidade do trabalho educativo na escola – que consiste na socialização do conhecimento em suas formas mais desenvolvidas – e o fato de que o conhecimento é parte constitutiva dos meios de produção que, nesta sociedade, é privado e de propriedade do capital, e que, portanto, não pode ser plenamente socializado para todos (LAVOURA, 2018).

Posto isto, a PHC como teoria da educação emerge dos problemas da prática educativa escolar e a ela se articula dialeticamente como teoria, se consubstanciando no sentido de formular diretrizes que orientam a prática pedagógica como trabalho educativo. Isto porque Saviani (2011a; 2018a; 2019b) afirma, que a pedagogia como ciência da educação, tem como problema fundamental de sua essência a relação que ela estabelece entre teoria e prática na educação escolar. Dessa relação mais geral entre teoria e prática, como veremos, se desdobrará uma outra mais específica na educação escolar.

Portanto, temos em Saviani um conceito de pedagogia que busca equacionar os problemas da educação escolar a partir e em função da prática educativa, sem deixar de se reportar a teoria; pois, de um modo mais geral dessa relação emerge o problema da relação educador – educando, e de outro, mais particular para a educação, a relação professor – aluno, como uma relação específica de orientação do processo de ensino e aprendizagem na educação escolar. Como se pode depreender dessa questão, o que antes seria uma oposição insolúvel entre teoria e prática como problema para o conhecimento, vemos transformar numa aparente solução decorrente dos modos como cada tendência pedagógica se constrói e se posiciona diante dos problemas decorrentes do processo de conhecimento.

Assim, fundamentada numa definição de homem como ser social e histórico, e de educação como um processo histórico-ontológico de humanização, a PHC enfrenta os desafios de sua institucionalização em uma sociedade regida pelos valores do capital, como uma pedagogia revolucionária e de transição em defesa da escola pública, constituindo-se numa posição política que expressa o entendimento de que são os próprios homens, e não o destino, os responsáveis pela transformação da escola e da sociedade em seu modo de produção (SANTOS JUNIOR, 20018).

### **3.1.3 – O trabalho educativo e o método da PHC**

Conforme Saviani (2011a; 2018a; 2019b), algumas pedagogias, reforçando o papel do professor como único detentor do conhecimento e, portanto, como responsável em ensinar os alunos mediante procedimentos adequados que configuram os métodos de ensino, valorizam mais o conhecimento teórico; outras, evidenciando mais o papel do aluno, entendido como aquele que só aprende pela iniciativa própria, expressando o seu empenho naquilo que é novo e interessante aprender, reforçam mais a ação prática, valorizando a motivação do aluno como

um passo importante do método de aprendizagem, como um movimento individual mediante o qual ele próprio constrói os seus conhecimentos, resultando no “aprender a aprender”.

O autor ainda assevera que perante essa oposição entre teoria e prática estabelecida por algumas tendências pedagógicas, coloca-se ainda para a educação escolar uma outra contraposição, que é aquela entre professor e aluno, marcando o cotidiano da educação escolar como um espaço de ensino e aprendizagem em disputa. Dessa experiência de disputa entre professor e aluno como antagônicos, nascem novos problemas de ordem teórica e prática, enfrentados pela educação escolar, que na sua busca por soluções imediatas para essa relação, acabam por esconder a sua verdadeira essência como problema e fenômeno educativo, acentuando ainda mais a sua ordem de complexidade como entendimento pedagógico. Lembramos que para Saviani (2019b), a relação entre teoria e prática é a questão fundamental e elemento definidor da pedagogia. Assim, ele nos explicita o encaminhamento para o entendimento dessa questão, quando analisado entre a lógica formal e a lógica dialética:

O encaminhamento da resposta a essa questão implica considerar que a validade da lógica formal, como o nome está dizendo, se limita às formas. Ela se constrói a partir da linguagem e, portanto, regula os modos de expressão do pensamento e não, propriamente, o modo como pensamos. Enquanto tal, a lógica formal incide sobre o momento analítico, portanto abstrato, quando o pensamento busca se apropriar da realidade concreta que, sendo síntese de múltiplas determinações, é unidade da diversidade, portanto algo complexo que articula elementos opostos. Para apreender o concreto nós precisamos identificar os seus elementos e, para isso, nos destacamos, isolamos, separamos uns dos outros pelo processo de abstração, procedimento esse que é denominado de análise. Uma vez feito isso, nós precisamos percorrer o caminho inverso, isto é, recompor os elementos identificados rearticulando-os no todo de que fazem parte, de modo a perceber suas relações. Com isso nós passamos de uma visão confusa, caótica, sincrética do fenômeno estudado chegando, pela mediação da análise, da abstração, a uma visão sintética, articulada, concreta. Ora, esse procedimento que nos permite captar a realidade como um todo articulado composto de elementos que se contrapõem entre si, que agem e reagem uns contra os outros, em um processo dinâmico, é o que na história do pensamento humano, foi explicitado sob o nome de lógica dialética, formulada a partir de Hegel, no início do século XIX. Assim, se a lógica formal é a lógica das formas, portanto, abstrata, a lógica dialética é a lógica dos conteúdos, logo, uma lógica concreta que incorpora a lógica formal como um momento necessário do processo de conhecimento (SAVIANI, 2019b, p. 72).

Por esse entendimento da lógica dialética, trazido à solução pela PHC, a relação entre teoria e prática para o processo de conhecimento deixa de ser vista como momentos excludentes entre si. A relação teoria e prática passa a ser compreendida como decorrente da atividade humana, que em sua ação transformadora está sempre adequada a finalidades. Constituída de momentos distintos e inseparáveis de uma mesma processualidade dinâmica, teoria e prática caracterizam-se sempre uma em relação à outra, de modo que, a prática é a razão de ser da teoria, e que essa, só se constitui e se desenvolve em função da prática que opera, ao mesmo tempo, como seu fundamento, finalidade e critério de verdade (SAVIANI, 2019b; 2018a; DUARTE, 2016).

Diferentes autores afirmam ser importante ter o entendimento das categorias conceituais da dialética que estão presentes nos fundamentos histórico-dialéticos da PHC (ABRANTES, 2018; DUARTE, 2016; GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, GAMA,



2015; MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019), sem os quais a relação teoria-prática fica alijada no trabalho educativo como método pedagógico.

O método dialético configura-se, portanto, como lógica e teoria do conhecimento, tendo como premissa a tese materialista da existência das coisas fora e independentemente da consciência humana sobre elas (KOPNIN, 1978). Enquanto os idealistas afirmam a primazia da ideia diante da existência da materialidade do mundo, o materialismo dialético não só afirma como sublinha que as coisas existem, independentemente da nossa consciência sobre elas – e isso diz respeito tanto ao que desconhecemos individualmente como ao que a ciência já desenvolveu e domina (CHEPTULIN, 1982). No tocante à lógica, a dialética considera e incorpora categorias desconsideradas pela lógica formal e que são essenciais para a compreensão do movimento da realidade em pensamento.

O fundamento da dialética presente na PHC nos permite considerar que nenhum fenômeno educativo pode ser visto, compreendido ou explicado como isolado, sem conexão. É em movimento, em sua dinâmica processual, histórico-social, que o fenômeno educativo deve ser apreendido como conceito. Assim, é a totalidade que define como contexto a relação que expressa e nos permite a compreensão de determinado fenômeno. É a totalidade como contexto, quem determina ações pelas quais o ser social está intrinsecamente ligado e pode ser captado como fenômeno educativo histórico-social (NETTO, 2011). Conforme Kosik (1995, p.44):

Totalidade significa: realidade como um todo estruturado, dialético, no qual ou do qual um fato *qualquer* (classe de fatos, conjunto de fatos) pode vir a ser racionalmente compreendido. Acumular todos os fatos não significa ainda conhecer a realidade; e todos os fatos (reunidos em seu conjunto) não constituem, ainda, a totalidade.

Dessa forma, o conhecimento de um dado fenômeno ou objeto exige a apropriação da objetividade e da processualidade de sua totalidade de relações nas quais ele está inserido e que lhe constituem (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

As categorias de totalidade, contradição e mediação dialéticas são importantes na fundamentação da PHC e consequentemente também as são para as reflexões desenvolvidas em nosso trabalho como pesquisa. Mas na concepção marxista como fundamento da PHC, estas categorias devem estar integradas historicamente à realidade educacional como prática social e não podem deixar de ser compreendidas fora do movimento do ser social como totalidade. Conforme Cury (1989, p. 22), diferentemente das categorias metafísicas presentes numa concepção idealista de educação, as categorias da dialética:

[...] não são formas puras que dão conta de toda e qualquer realidade para todo o sempre. Elas são relativas, ao mesmo tempo, ao real e ao pensamento, ou seja, a todo o movimento no real e no pensamento. Daí o fato de tanto pertencerem ao campo do conhecimento, quanto indicarem os aspectos objetivos do fenômeno. As categorias, pois, só se dão como tais no movimento e a partir de um movimento. Consideramos isoladamente, tornam-se abstratas. Presentes em todo fenômeno, isolá-las do movimento significa torná-las objetos de contemplação e negá-las como um ponto nodal que tenta expressar, pelo movimento do pensamento, o movimento do real.

Fazendo a conexão da educação escolar com a prática social, a PHC afirma que todo ser social tem existência objetiva e é pela análise teórica das categorias que os homens tomam consciência delas. Quando é possível reproduzi-las no seu dinamismo e nas suas relações por intermédio de meios conceituais, as categorias aparecem como produto do pensamento, tomando a forma de reflexivas, o concreto pensado. É por isso que a PHC, através de seu fundamento às categorias marxistas, não pode ser compreendida como uma teoria separada do seu método (ABRANTES, 2018; LAVOURA, 2018).

Pela compreensão da PHC, a contradição dialética fornece o entendimento da educação como prática social, dotada de um “motor interno” capaz de “desocultar” o discurso hegemônico que a classe social dominante esconde sobre educação. Pois negar a contradição seria falsear o real como totalidade social. Foi a partir da análise da educação como contradição no seio da prática social global, realizada por Cury (1989), que Saviani iluminou a educação e a concebeu como um processo mediador em sociedade, como prática social mediada. Como uma processualidade e de determinações recíprocas que organizam o agir educativo e evitando o engessamento formal do método pedagógico.

Assim, o método pedagógico histórico-crítico passa a ser compreendido como um conjunto articulado de fundamentos lógicos os quais alicerçam e organizam toda a dinâmica, processualidade e contradições das relações entre teoria e prática, professor e aluno, entre ensino e aprendizagem, constituindo-se como um método de ensino (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

A coerência com a concepção de conhecimento dialético-materialista exige: 1) ultrapassar a apreensão do real em suas manifestações fenomênicas e aparentes tendo em vista superar o subjetivismo especulativo da realidade objetiva; dado que exige a transmissão dos conhecimentos historicamente sistematizados e aptos a desvelar o real, indo da aparência à essência dos fenômenos; 2) garantir a apropriação do caráter histórico dos fenômenos, a demandar análise dialética da relação entre sujeito e gênero humano, ou seja, operar dialeticamente com as categorias particularidade e universalidade; 3) possibilitar a inteligibilidade acerca do real, posto que o conhecimento se identifique com a reprodução do movimento da realidade objetiva na consciência (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019, p. 7).

A categoria da mediação dialética, presente na PHC, confere “interposição que gera transformação”, tornando possível a compreensão da “relação teoria e prática e da relação forma – conteúdo – destinatário” para o método pedagógico (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 532).

Conforme também salienta Oliveira (1996, p. 55), ao analisar as questões básicas da fundamentação teórica de Saviani para a PHC, o conceito de mediação dialética utilizado por Marx (*vermittlung*) deve ser compreendido além do seu uso cotidiano, como “mera passagem linear e unilateral” como elemento de ligação entre um momento a outro da prática social. Pois conforme o conjunto da teoria social elaborada por Marx e Engels, presentes na PHC, a prática social humana possui além de sua esfera cotidiana e empiricamente perceptível, uma esfera elaborada, complexa e dialeticamente articulada com o cotidiano, como conhecimento humano elaborado. “O conceito de educação como mediação da prática social explicita exatamente que a educação é uma modalidade da prática social”, o que quer dizer que em hipótese alguma saímos da prática social para desenvolvermos atividades pelo trabalho educativo (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 128).

Essas elaborações podem ser resumidamente compreendidas quando o próprio autor central da PHC apresenta o conceito dialético de mediação:

Aqui também é preciso manter sempre presente o caráter dialético do processo educativo em sua relação com a prática social. Sendo **mediação** no interior da prática social, isso significa que a educação se põe objetivamente como uma modalidade da própria prática social. Portanto, é preciso evitar a interpretação formal e mecânica dessa relação. Ou seja: é uma leitura equivocada aquela que consideraria que a atividade educativa parte da prática social no sentido de que os educandos se encontram atuando na prática social e diante dos problemas enfrentados (entenda-se aqui os problemas em sua acepção própria, isto é, algo que precisa ser resolvido) eles saem da prática e iniciam a atividade educativa para realizar os estudos necessários para compreendê-la após o que, uma vez tendo uma nova compreensão, voltam à prática para desenvolvê-la com uma nova qualidade. Na verdade, sendo a educação uma modalidade da própria prática social, nunca se sai dela. Assim, os educandos permanecem na condição de agentes da prática que, pela **mediação** da educação, logram alterar a qualidade de sua prática tornando-a mais consistente, coerente e eficaz em relação ao objetivo de transformação da sociedade na luta contra a classe dominante que atua visando a perpetuação dessa forma social. Trata-se, enfim, de um mesmo e indiviso processo que se desdobra em seus momentos constitutivos. Não se trata de uma sequência lógica ou cronológica; é uma sequência dialética. Portanto, não se age primeiro, depois se reflete e se estuda, em seguida se reorganiza a ação para, por fim, agir novamente. Trata-se de um processo em que esses elementos se interpenetram desenrolando o fio da existência humana na sua totalidade (SAVIANI, 2015, p. 38-39).

Outra categoria de análise que concede à PHC o entendimento do ser homem como um ser ativo e que produz sua história como gênero humano, que por meio de instrumentos e signos na sua relação com a natureza e com os outros homens busca satisfazer suas necessidades, edificando-se enquanto ser social – é a categoria trabalho. O trabalho é a categoria que expressa a dinâmica essencial da autoprodução do ser humano através da dialética entre apropriação e objetivação como atividade humana vital. Objetivação entendida como processo por intermédio do qual a atividade do sujeito se transforma em propriedade do objeto; e apropriação como a transferência para o sujeito, da atividade que está contida no objeto (DUARTE, 2013).

Em Saviani (2011a) encontramos um capítulo que trata especificamente sobre a natureza e especificidade da educação como trabalho educativo. Ele é a apresentação de sua fala em um evento realizado pelo INEP e publicado pelo *Em Aberto*, em 1984. Nele a educação é definida como um fenômeno próprio dos seres humanos, como uma exigência do e para o processo de trabalho.

A natureza humana não é dada ao homem mas é por ele produzida sobre a base da natureza biofísica. Consequentemente, o trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens (SAVIANI, 2011a, p. 7).

Partindo-se do conceito de trabalho assim como definido por Marx (2002), Saviani amplia o seu conceito de trabalho educativo para além da esfera material, expandindo a

categoria trabalho para um conceito mais abrangente do ser social, que é o da práxis humana educativa.

Assim, o processo de produção da existência humana implica, primeiramente, a garantia da sua subsistência material com a conseqüente produção, em escalas cada vez mais amplas e complexas, de bens materiais; tal processo nós podemos traduzir na rubrica “trabalho material”. Entretanto, para traduzir materialmente, o homem necessita antecipar em ideias os objetivos da ação, o que significa que ele representa mentalmente os objetivos reais. Essa representação inclui o aspecto de conhecimento das propriedades do mundo real (ciência), de valorização (ética) e de simbolização (arte). Tais aspectos, na medida em que são objetos de preocupação explícita e direta, abrem a perspectiva de uma outra categoria de produção que pode ser traduzida pela rubrica “trabalho não-material”. Trata-se aqui da produção de conhecimentos, ideias, conceitos, valores, símbolos, atitudes, habilidades (SAVIANI, 2011a, p. 12).

Como podemos inferir dos fundamentos filosóficos do marxismo e da concepção gramsciana de educação que fundamentam a PHC, nós estamos diante de um processo de conhecimento da realidade que está fundado no real como categoria ontológica e na objetividade como categoria gnosiológica, e que se assentam duas premissas basilares: “a) as coisas existem independentemente do pensamento, com o corolário: é a realidade que determina as ideias e não o contrário; b) a realidade é cognoscível, com o corolário: o ato de conhecer é criativo não enquanto produção do próprio objeto de conhecimento”, mas enquanto produção de categorias que permitem a reprodução, em pensamento, do objeto que se busca conhecer (SAVIANI, 2012a, p. 63). Essas premissas permitem à PHC desenvolver categorias teóricas para abarcar a totalidade concreta das determinações sociais como fundamentos de sua crítica social através da educação escolar, além de conferir-lhe uma perspectiva democrática como dimensão política.

Nesse sentido, Saviani amplia o seu conceito de trabalho educativo e problematiza o campo teórico de sua pedagogia ao envolver a noção do saber humano com a cultura humana, fazendo a ligação entre a questão do saber elaborado como cultura humana e o saber metódico da ciência, conduzindo o papel social da escola na socialização do saber científico para a classe trabalhadora através do seu trabalho pedagógico. Para Saviani, ao organizar a sua pedagogia numa perspectiva crítica e transformadora, o que está em jogo é o papel social da escola como agência de acesso ao saber sistematizado e como processo democrático.

Compreendendo a educação como o ato de produzir direta e intencionalmente em cada indivíduo singular a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens, a pedagogia histórico-crítica, interessada em articular a escola com as necessidades da classe trabalhadora, está empenhada em pôr em ação métodos de ensino eficazes. Situa-se, assim, para além dos métodos tradicionais e novos, visando superar por incorporação as contribuições dessas duas tendências pedagógicas. Nessa perspectiva seus métodos estimularão a atividade e iniciativa dos alunos sem abrir mão da iniciativa do professor; favorecerão o diálogo dos alunos entre si e com o professor, sem deixar de valorizar o diálogo com a cultura acumulada historicamente; levarão em conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (SAVIANI, 2019b, p. 74 e 75).

Ao mesmo tempo em que define a natureza e especificidade do trabalho educativo para a educação escolar, ele advoga o conceito de clássico para a definição de currículo:

Ora, clássico na escola é a transmissão-assimilação do saber sistematizado. Este é o fim a atingir. É aí que cabe encontrar a fonte natural para elaborar os métodos e as formas de organização do conjunto das atividades da escola, isto é, do currículo. E aqui nós podemos recuperar o conceito abrangente de currículo (organização do conjunto das atividades nucleares distribuídas no espaço e tempo escolares). Um currículo é, pois, uma escola funcionando, quer dizer, uma escola desempenhando a função que lhe é própria (SAVIANI, 2011a, p. 18).

E em seguida, sintetiza a sua compreensão de saber escolar:

Vê-se, assim, que para existir a escola não basta a existência do saber sistematizado. É necessário viabilizar as condições de sua transmissão e assimilação, isso implica dosá-lo e sequenciá-lo de modo que a criança passe gradativamente do seu não-domínio ao seu domínio. Ora, o saber dosado e sequenciado para efeitos de sua transmissão-assimilação no espaço escolar, ao longo de um tempo determinado, é o que nós convencionamos chamar de "saber escolar" (*idem, ibidem*).

Definindo a natureza e especificidade do trabalho educativo a partir do conceito do trabalho humano como definidor da natureza humana, Saviani constrói a sua pedagogia para o trabalho educativo escolar, promovendo os conhecimentos clássicos como saberes objetivos necessários à definição de currículo pela escola e elegendo os conhecimentos elaborados (ciência) como conteúdos organizadores da prática pedagógica. Dessa forma, tomando-se as categorias teóricas da dialética marxista, que se interpenetram relacionando-se e se condicionando reciprocamente a partir das determinações concretas das contradições da educação brasileira, Saviani sistematiza criticamente a PHC, e a diferencia como uma pedagogia contra-hegemônica no cenário da educação brasileira.

Em conclusão: a compreensão da natureza da educação enquanto um trabalho não-material cujo produto não se separa do ato de produção nos permite situar a especificidade da educação como referida aos conhecimentos, ideias, conceitos, valores, atitudes, hábitos, símbolos sob o aspecto de elementos necessários à formação da humanidade em cada indivíduo singular, na forma de uma segunda natureza, que se produz, deliberada e intencionalmente, através de relações pedagógicas historicamente determinadas que se travam entre os homens (SAVIANI, 2011a, p. 22).

Vale ressaltar, que nessa fase de desenvolvimento, Saviani contou com a colaboração de diversos pesquisadores, promovendo uma construção coletiva de sua pedagogia. Tal fato pode ser comprovado tanto pelas diversas publicações de autores, como pelas produções do *Grupo de Estudos e Pesquisas História, Sociedade e Educação no Brasil – HISTEDBR* da Faculdade de Educação da UNICAMP. Desde o Seminário “Pedagogia Histórico-Crítica, 30 anos”, realizado na UNESP de Araraquara em dezembro de 2009, até o Seminário comemorativo dos 40 anos, realizado na Universidade Federal da Bahia em setembro de 2019, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos e publicados no objetivo de tratar dos desafios de sua institucionalização e implementação em diferentes sistemas oficiais de ensino pelo país (SAVIANI, 2019b; MARSIGLIA; BATISTA, 2012).

Esclarecendo essas formulações que fundamentaram a PHC como trabalho educativo, passemos a tratar do seu método como prática pedagógica.

Em sua organização como teoria da educação, a PHC se impõe objetivos que resultam em posições metodológicas para o trabalho educativo, tornando a natureza e especificidade da educação em uma proposição como atividade mediadora no seio da prática social global. Dessa forma, apoiando-se no modo como Marx correlacionou a dialética do singular – universal – particular em seu método de análise sobre a sociedade burguesa, Saviani se impôs o desafio de construção dos fundamentos didáticos da PHC (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019).

As primeiras formulações sobre esses fundamentos didáticos aparecem em *Escola e Democracia* (SAVIANI, 2018a), em que o autor toma como referência a prática social dos indivíduos como ponto de partida e de chegada da prática educativa.

Dessa forma, com o intuito de apontar um método que pudesse levar em consideração um tratamento dialético entre teoria e prática, à prática pedagógica escolar, Saviani (2018a) propôs cinco momentos metodológicos para guiarem o trabalho educativo em sala de aula, são eles: a prática social inicial – comum a professores e alunos; a problematização dessa prática social – também comum a professores e alunos; a instrumentalização dos alunos – entendida como apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários à transformação da prática social; a catarse – correspondendo à efetiva incorporação dos instrumentos culturais como elementos ativos de transformação social; e a prática social final – como aquela alterada qualitativamente pela mediação da ação pedagógica.

Analicamente como método, há um movimento dialético que articula esses momentos, indo da síncrese (uma totalidade objetivamente caótica) à síntese (uma totalidade objetivamente articulada), passando pela análise (mediação subjetiva da objetividade humana), sem, entretanto, reduzi-lo a um mero procedimento de ensino como um esquema de *partir da prática – ir para a teoria – retornar à prática* (SAVIANI, 2018a; 2019b; MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019).

Buscando empregar os princípios da PHC para o campo específico da didática, tomando um conteúdo de ensino enquanto análise crítica do já existente, Saviani (2017a) articula três momentos metodológicos, inter-relacionados e reciprocamente condicionados, que toda teoria crítica deve conter como pressuposto de sua prática pedagógica:

- a) Aproximação ao objeto em suas características estruturais a fim de apreendê-lo em sua concreticidade;
- b) Contextualização e crítica no tratamento dado ao objeto; e
- c) Elaboração e exposição da crítica revisionada do objeto, apontado os seus limites, condicionamentos e possibilidades de superação.

Esses objetivos visam instrumentalizar uma didática da PHC em oposição a uma didática da pedagogia tradicional, que tem como base o método expositivo formulado por Herbart e o método científico indutivo de Bacon, e com a proposta didática da Escola Nova, que tem como base o método experimentalista de Dewey.

O método proposto por Saviani em *Escola e democracia* possibilitou que alguns trabalhos surgissem como experiências pedagógicas de sua aplicação, mas que operando por procedimentos de ação que não traduziam a dialeticidade das categorias metodológicas apresentadas por Saviani, acabaram resultando num método do trabalho educativo com equívocos (PINHEIRO, 2016; GERALDO, 2014; MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019). Buscando respostas quanto ao que fazer na prática pedagógica, Lavoura e Martins

(2017), nos apontam alguns equívocos de compreensão do método proposto originalmente por Saviani e empregados por alguns autores, resultando numa *didatização* e *desmetodização* do método da PHC:

a) a incompreensão do caráter dialético do método pedagógico, o que leva à sua formalização expressa em passos lineares e mecânicos, sequencialmente sistematizados a partir da lógica formal do pensamento, incorrendo-se na didatização do ensino; b) a inadequada caracterização do conceito de mediação presente nessa teoria pedagógica (enquanto interposição que gera transformação), comprometendo a compreensão, por exemplo, da relação teoria e prática e da relação forma-conteúdo-destinatário; c) a falta de clareza na distinção entre método e procedimentos de ensino, com nítida hipertrofia do segundo e secundarização ou abandono do primeiro, levando conseqüentemente à desmetodização do próprio método; e d) por fim, um pretensão epistemologismo da pedagogia histórico-crítica, de forma intencional ou não, por parte daqueles que o fazem, muito ao gosto da ambiência contemporânea identificada com o debate pós-moderno, debruçando-se em torno de seus apontamentos didático-metodológicos sem, no entanto, lançar mão da apropriação de suas bases teóricas e históricas, seus fundamentos filosóficos e o significado político do conjunto da obra de Dermeval Saviani, o que leva à interdição da verdadeira concepção ontológica da pedagogia histórico-crítica (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 532).

Pelo caráter dialético da PHC, a referida mediação teórica necessária ao caráter transformador da educação se objetiva nos momentos intermediários do método pedagógico proposto: a problematização, que implica a tomada de consciência dos problemas enfrentados na prática social; a instrumentalização, pela qual os educandos se apropriam dos instrumentos teóricos e práticos necessários para a compreensão e solução dos problemas destacados e detectados; e a catarse, como transformação por incorporação, ao mesmo tempo intelectual, emocional e ética, que modificam a visão de mundo do indivíduo e suas relações com a sua própria vida, com a sociedade e com o gênero humano (SAVIANI, 2018a; DUARTE, 2019).

Ainda como critério de construção e entendimento, Saviani (2018a) contrapõe o seu método da PHC ao método da pedagogia tradicional e aos métodos novos, com a finalidade de possibilitar aos seus interlocutores a correta compreensão na construção de seu posicionamento. O objetivo é de constituir uma orientação segura como processo de transmissão-assimilação de conhecimentos como método de ensino.

Cabe, por fim, levar em conta que o empenho em apresentar simetricamente aos passos de Herbart e de Dewey as características do método pedagógico que, no meu entendimento, se situa para além dos métodos novos e tradicionais, correspondeu a um esforço heurístico e didático cuja função era facilitar aos leitores a compreensão do meu posicionamento. Em lugar de passos que ordenam numa sequência cronológica, é mais apropriado falar aí de momentos articulados num mesmo movimento, único e orgânico. O peso e a duração de cada momento obviamente irão variar de acordo com as situações específicas em que se desenvolve a prática pedagógica (SAVIANI, 2018a, p. 59-60).

Para um profícuo entendimento do método pedagógico histórico-crítico, que toma a prática social como ponto de partida e ponto de chegada da prática educativa escolar, nós devemos ter a compreensão de que esse entendimento não pode ser exercido fora do conjunto da teoria social elaborada por Marx e Engels (2005), no qual os autores formularam uma

concepção de ser humano e de história social humana. Aliás, o próprio conceito de educação como mediação da prática social trazido pela PHC, nos mostra que “em hipótese alguma saímos da prática social para desenvolvermos atividades de estudo e depois retornamos a ela para agir praticamente” (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019, p. 128).

Sabemos que os indivíduos humanos em seu cotidiano, se situam constantemente em atividade prática com o meio em que vivem, o que faz deles sujeitos inseridos numa prática social. Entretanto, a atividade prática realizada pelos indivíduos humanos, diferentemente da atividade realizada pelos outros animais, deve ser compreendida conforme a natureza da prática social humana. Enquanto a atividade do animal está em relação imediata com o objeto de sua necessidade, sendo sempre igual e biologicamente determinada, a dos seres humanos é uma atividade rica de mediações (uso de instrumentos, a fala, os signos etc.) e de determinações recíprocas (história, luta de classes, relações de produção etc.), suscetível a modificações. É a atividade dos indivíduos humanos como uma atividade humano-social, rica, modificável no tempo, portanto, complexa e histórica, o que diferencia a atividade humana da atividade dos demais seres animais. É ela, portanto, a atividade dos sujeitos humanos, uma prática social humana universal (MARKUS, 2015; SAVIANI, 2018a).

Tais pressupostos trazem implicações quando pensamos no trabalho educativo escolar. Isso porque, conforme a perspectiva materialista histórico-dialética de Marx, as formas mais desenvolvidas de conhecimento já estão presentes na própria realidade histórico-social, vale dizer, na prática social humana. Ocorre que essas formas mais desenvolvidas de conhecimento “não pairam no ar”! Não estão disponíveis e dispersas na cotidianidade da vida dos indivíduos. Daí advém a importância do conceito de educação como mediação na pedagogia histórico-crítica, bem como seu fundamento metodológico que busca expressar o movimento do conhecimento constituído como a passagem do empírico ao concreto pela mediação do abstrato, ou seja, a passagem da síntese à síntese pela mediação da análise (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019, p.127).

Dessa forma, no ponto de partida e no ponto de chegada do trabalho educativo temos a própria prática social, que como prática humana universal, é comum a professores e alunos. Entretanto, como são sujeitos sociais distintos, há algo de essencial nessa relação que não pode ser negligenciado:

E do ponto de vista pedagógico há uma diferença essencial que não pode ser perdida de vista: o professor, de um lado, e os alunos, de outro, encontram-se em níveis diferentes de compreensão (conhecimento e experiência) da prática social. Enquanto o professor tem uma compreensão que poderíamos denominar de “síntese precária”, a compreensão dos alunos é de caráter sincrético. A compreensão do professor é sintética porque implica uma certa articulação dos conhecimentos e das experiências que detém relativamente à prática social. Tal síntese, porém, é precária uma vez que, por mais articulados que sejam os conhecimentos e as experiências, a inserção de sua própria prática pedagógica como uma dimensão da prática social envolve uma antecipação do que lhe será possível fazer com alunos cujos níveis de compreensão ele não pode conhecer, no ponto de partida, senão de forma precária. Por seu lado, a compreensão dos alunos é sincrética uma vez que, por mais conhecimentos e experiências que detenham, sua própria condição de alunos implica uma impossibilidade, no ponto de partida, de articulação da experiência pedagógica na prática social de que participa (SAVIANI, 2018a, p. 56 e 57).



Tornando a prática social comum a professores e alunos como ponto de partida e de chegada do trabalho educativo na escola, metodologicamente a PHC transforma os conhecimentos e as experiências de ambos pela prática pedagógica, promovendo uma organização compreensiva que vai de um todo caótico e sincrético da realidade, até uma síntese organizada como compreensão elaborada da prática social.

Partir da prática social como “chão” social contraditório do qual, no qual e pelo qual os objetos do conhecimento emergem e são transmitidos através da escola na forma de conteúdos sistematicamente organizados e dela extrair os elementos culturais que serão traduzidos em saber escolar, “requer a identificação de como se expressam as relações humanas em um dado tempo histórico, segundo um determinado modo de produção. Conforme o caráter dialético do método, a prática social não é um “primeiro passo”, ou “mobilização inicial do aluno na construção do conhecimento escolar”, “primeira leitura da realidade” ou “um contato inicial com o tema a ser estudado” (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019, p.129).

Assumir a orientação teórico-metodológica da pedagogia histórico-crítica no trabalho educativo implica não somente “conhecer” a aparência da prática social, mas, sobretudo, apreender o que essa prática social realmente é, considerando esse ser em sua processualidade histórica, ou seja, em seu surgimento, desenvolvimento, estrutura atual e tendências futuras de transformação (tal qual delineado por Marx ao longo de seu percurso teórico-metodológico, ao buscar apreender seu objeto de análise para além da aparência dos fenômenos que se manifestam empiricamente e são captáveis fenomenicamente pela nossa percepção). Implica não apenas deter informações caóticas e precárias dessa prática social, mas também compreendê-la como síntese de múltiplas relações e determinações numerosas (LAVOURA E MARTINS, 2017, p. 534).

Portanto, analiticamente, a prática social sofre uma transformação qualitativa pelo processo de compreensão dado pela prática pedagógica. Dialeticamente, pela metodologia da prática pedagógica em questão, essa prática social no ponto de partida e no ponto de chegada do trabalho educativo, é a mesma e não é (SAVIANI, 2018a). É a mesma porque “constitui ao mesmo tempo o suporte e o contexto, o pressuposto e o alvo, o fundamento e a finalidade da prática pedagógica”. E não é a mesma, “se considerarmos que o modo de nos situarmos em seu interior se alterou qualitativamente pela mediação da ação pedagógica” (*idem*, 2018a, p. 58). Como somos agentes sociais participantes da prática social, como prática humana universal, ao mudarmos qualitativamente a nossa consciência e compreensão da realidade, nós podemos inferir que mudamos a própria prática social ao qual estamos inseridos. O outro modo é atuando objetivamente como sujeitos sociais em nossa realidade.

Entretanto, não podemos tomar essa compreensão acriticamente. É preciso compreender que a transformação objetiva da prática só pode se dar na medida em que transformamos indivíduos isolados e tomados abstratamente em sujeitos reais, concretos e ativos como agentes sociais. A PHC não dá à educação o poder de transformação social direta, por isso ela é mediadora, e nem dá às consciências uma operacionalidade autônoma e independente das estruturas sociais. Para a PHC, a educação deve se comprometer com a elevação da consciência dos sujeitos como parte fundamental da transformação social (SAVIANI, 2018a).

Ao explicitar o objeto da educação, Saviani (2011) indica que é preciso levar em conta os elementos culturais que precisam ser apropriados para que os sujeitos se humanizem e, de maneira articulada, as formas de ensino mais adequadas para este fim. Os elementos culturais (traduzidos na escola pelos conteúdos das diferentes áreas de conhecimento) precisam atender à dimensão de **totalidade**, tanto quanto precisam ter em vista o **movimento** e **contradição** presentes na realidade concreta, sendo estas três categorias basilares ao método materialista histórico-dialético do qual a pedagogia histórico-crítica erige. O que procuramos chamar atenção é, portanto, que a didática histórico-crítica não pode estar descolada de seus fundamentos e assim, não pode ser pensada de modo lógico-formal, que compartimentaliza e segmenta a compreensão dos fenômenos em geral e, particularmente aqui em foco, o trabalho didático (MARSIGLIA; MARTINS; LAVOURA, 2019, p.7 – grifo dos autores).

Analisando as questões básicas que fundamentam a teoria pedagógica de Saviani no conjunto das ideias sobre Educação, a professora Betty Oliveira constata que para ele a educação escolar é um processo que não transforma diretamente a sociedade a partir do plano das condições materiais da existência social, mas sim no plano da consciência dos indivíduos, assumindo uma posição de classe dentro de uma sociedade dividida entre classes antagônicas. Entretanto, só esse entendimento não basta:

É preciso ir além. É preciso tornar a **prática educativa em si** em **prática educativa para si**. Isto é: é preciso questionar profundamente a ação especificamente pedagógica que pretende socializar o saber, intencionando o **conteúdo** a ser transmitido em relação orgânica com uma **forma** adequada, de maneira a tornar concreto os **objetivos** (os específicos do fazer pedagógico e também os sociais) anteriormente previstos (OLIVEIRA, 1987, p. 100 - grifos da autora).

Em seguida a autora explicita como realizar essa ação socializadora e intencional:

Uma das condições imprescindíveis para a realização de uma prática que se pretende eficaz é a identificação e delimitação das condições objetivas já existentes, mas pouco perceptíveis, necessárias à programação e direção de cada passo da atividade a ser apreendida. Desse modo o que no início dessa prática é ainda possibilidade, torna-se no seu final uma realidade concreta. A atividade intencional do educador que antevê o processo educativo de modo sintético é, portanto, o elemento mediador que viabiliza essa transformação. Em toda a vida social é a atividade humana um elemento fundamental para essa transformação. As leis para o desenvolvimento do mundo objetivo fazem surgir as possibilidades para a criação do ainda não existente. O homem, ao conscientizar-se delas, pode/deve utilizá-las em função de fins intencionados e, desse modo, desenvolver não uma mera atividade **em si**, mas uma atividade **para si, para nós**. Possibilidade e realidade são, portanto, dois momentos indissociáveis de um mesmo processo, que é o desenvolvimento do vir-a-ser cotidiano do homem. (*idem*, p. 101 – grifos do autor).

Assim, longe de partir da apresentação de um conteúdo de ensino estanque para o aluno, como uma questão científica, um problema do cotidiano, ou um projeto que deve ser meramente tratado como uma atividade escolar cuja finalidade é cumprir um dado pré-estabelecido da avaliação; ou alçar uma situação como um problema posto pelo cotidiano ou pelo livro didático, a fim de organizar uma atividade de ensino motivadora; trata-se de evidenciar e detectar as questões da realidade social que nos permitem identificar as formas mais desenvolvidas e elaboradas em que se expressam o saber objetivo produzido

historicamente. Reconhecendo neles as condições de sua produção, as suas contradições como objetivações reais e históricas e as tendências de transformação social, que precisam ser apropriadas no âmbito da prática social global.

A *problematização* da prática social como momento do método, comum a professor e aluno como sujeitos envolvidos na prática educativa, está também presente enquanto instância de mediação que poderá encaminhar as devidas soluções às possibilidades de transformação social. Portanto, esse momento de ação pedagógica – a problematização – não está direcionado apenas aos alunos, mas também ao professor, que deve saber problematizar os conteúdos mais relevantes em sua prática pedagógica, de modo mais eficaz e buscando as melhores formas para os alunos. É um momento pedagógico que põe em andamento a relação dialética professor – aluno da prática pedagógica, com todas as suas contradições e totalidades como sujeitos frente à prática social global.

Como à educação escolar cabe garantir a apropriação da cultura para que o sujeito possa se objetivar e objetivar a realidade em suas formas mais elaboradas e complexas rumo à emancipação do gênero humano, a *problematização* como momento do método não está sob hipótese alguma identificada com o entorno imediato e particular do aluno. Esse momento não está relacionado àquilo que um grupo de alunos está interessado em saber e por isso se revela uma necessidade; mas às necessidades humanas histórico-objetivas da prática social global, que devem ser apontadas pelo professor como dirigente do processo educativo, criando necessidades de aprendizagem e possibilidades de compreensão do real, para além da imediatez da vida empírica e cotidiana da comunidade escolar.

Toda aprendizagem compreendida como um processo dialético de domínio de determinado conhecimento, com certo grau de complexidade, faz suscitar outras novas questões como problemas da prática social, de modo que é a própria aprendizagem e não as problematizações iniciais, que tornam dinâmicos os processos educativos da prática pedagógica.

A fim de garantir os conteúdos escolares mais desenvolvidos e significativos à prática social, longe de qualquer aproximação tecnicista, os alunos devem se apropriar de *instrumentos* como ferramentas teóricas e práticas de investigação da realidade como objeto de ensino. Nesta perspectiva como momento pedagógico, a atividade de aprendizagem possibilita aos alunos a assimilação dos conteúdos escolares necessários para o conhecimento da realidade (dimensão epistemológica) e, ao mesmo tempo, a apreensão dos nexos e relações que lhe permitem compreender e explicar o que essa realidade realmente é (dimensão ontológica). Esse momento de instrumentalização é essencial no método da PHC para que a escola cumpra o seu papel de socialização do saber elaborado.

Conforme Duarte (2016) e Saviani (2018a) há uma relação entre a educação escolar e a formação de uma concepção de mundo por parte dos indivíduos, uma vez que está fundada em uma dada dimensão ontológica da realidade. Decerto, a aquisição dos conhecimentos mais desenvolvidos no campo das ciências, das artes e da filosofia, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, é imprescindível para que uma concepção de mundo torne possível a compreensão de questões ontológicas fundamentais pela educação, tais como: que sociedade é esta? Como ela se formou? O que é a realidade? O que é o homem?

Compreendido o método pedagógico até aqui explicado, de modo que o trabalho educativo tenha se efetivado até o momento da melhor maneira possível na assimilação dos conteúdos mais desenvolvidos, deseja-se que eles sejam incorporados a subjetividade dos alunos e que passem a orientar suas ações na realidade concreta, dirimindo os problemas

postos pela prática social como totalidade. O momento de *catarse* aponta como produto do processo de ensino e da aprendizagem na transformação lenta e gradual pela educação escolar das formas de ser e agir do educando, no sentido de uma mudança qualitativa, de modo a ressignificar a prática social inicial.

As formas pedagógicas adequadas são todas aquelas que contribuam para a transmissão do saber escolar. Em didática, isso se refere a procedimentos, recursos e técnicas que permitem a efetivação dos conteúdos levando em conta os sujeitos a que se destinam, sempre carregados de uma concepção de mundo que se pretende transmitir. Vale dizer ainda que esse processo precisa ser avaliado, de modo que garanta tanto o replanejamento das ações pedagógicas (quando necessário) quanto os novos planejamentos, para que o ensino se efetive de forma cada vez mais complexa. Aí estão, pois, os temas fundamentais da didática: planejamento, objetivos educacionais, conteúdos, métodos e avaliação (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 134).

Cabe a nós ressaltar como o método histórico-dialético da atividade de ensino da PHC pode disponibilizar aos alunos conhecimentos que o façam se distanciar de uma postura fantasiosa, ilusória ou mistificada da realidade, de forma tal que as respostas tenham aproximação objetiva e concreta com o próprio real. Assim, a educação escolar estará contribuindo para uma concepção de mundo baseada não na aparência dos processos sociais e naturais, mas sim na sua processualidade concreta. Dessa forma, conforme os fundamentos da PHC adotados para o nosso trabalho, a prática pedagógica tem em sua aparência uma dimensão mais imediata da relação professor-aluno no trabalho educativo, como uma prática social que se caracteriza e se mostra a primeira vista por atividades mais espontâneas, intuitivas, pontuais e pragmáticas, com ações menos reflexivas relacionadas aos conhecimentos da vida cotidiana do indivíduo. Porém, em sua essência, como prática social-histórica, ela nos remete para ações que se constituíram ao longo da história humana movida por motivações sociais intencionais, conscientes, complexas e que não se reduzem as suas determinações imediatas e aparentes como prática educativa.

Compreendemos que o saber escolar é um conjunto de conhecimentos selecionados da cultura geral da sociedade para o ensino-aprendizagem e sua organização se expressa nos currículos e nas disciplinas escolares, que são estabelecidos de acordo com a cultura geral e as finalidades da política educacional. No processo educativo escolar, o currículo remete aos elementos culturais a serem apropriados (o conteúdo) e a didática constitui a trajetória pedagógica necessária a tal apropriação (o método). Assim, esses elementos devem estar intrinsecamente articulados numa prática pedagógica, o que nos leva a refletir sobre questões de proximidade e distanciamento entre a ciência que se ensina nas escolas e a ciência produzida pelos cientistas.

Essas determinações têm um impacto muito importante ao que se deseja como educação em ciências, uma vez que o conhecimento científico exige dos seres humanos conhecimentos dos objetos e dos fenômenos da natureza nas suas conexões e propriedades objetivas, afastando todo e qualquer reflexo subjetivista – não a subjetividade dos indivíduos (como a razão, por exemplo).

Com essas reflexões, buscaremos tratar do caso do submarino nuclear brasileiro como objeto da Física para o Ensino Médio. Em como organizar, a partir do que foi apurado das dimensões históricas, científicas, técnicas, políticas e sociais do programa do submarino

nuclear brasileiro, um plano de ensino que dê conta de sua processualidade como conteúdo de ensino e de aprendizagem para a educação escolar.

### **3.2 – ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E OS DESAFIOS PARA UMA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Um dos aspectos que envolvem a complexidade do ato de ensinar disciplinas científicas na escola está o fato de se querer fazer os estudantes reproduzirem o modo como os cientistas pensam e elaboram o conhecimento científico. Conseguir com que os estudantes se apropriem desse conhecimento e dele possam fazer uso para atuarem em suas práticas cotidianas, de forma crítica e consciente, é também outro grande desafio. Atualmente são cada vez maiores as exigências de que os indivíduos devam se apropriar dos conhecimentos produzidos na escola para que possam viver e produzir eficazmente em sociedade. Cabe analisar, entretanto, se essas exigências exprimem uma concepção de mundo factível à própria natureza do conhecimento científico, ou se representam a subserviência de uma sociedade a poderes mitificados.

Não é nosso objetivo com esse texto inicial, apresentar um estudo investigativo e rigoroso sobre o ensino de Física ou de Ciências no Brasil. O que pretendemos nesse momento é apenas discutir alguns modos historicamente constituídos que sistematizaram a prática educativa do ensino de Física na educação escolar, como também refletir sobre as tendências que caracterizaram os modos de pesquisas em Educação em Ciências.

Segundo Nereide Saviani (2006, p. 38):

Chervel (1990, pp.177-180) constata que, até meados do século XIX a expressão *disciplina escolar* aparece tão somente no primeiro sentido (de “vigilância” de “repressão das condutas prejudiciais à boa ordem” dos estabelecimentos). E que é a partir da segunda metade do século XIX que ele passa a ser usado na acepção de “conteúdos de ensino”, embora não se registre sua presença com esse significado nos dicionários do século XIX, nem mesmo no *Dictionnaire de l’Academie* de 1932.

Completa a autora que o seu significado se refere à ideia de disciplina do espírito humano, como exercício intelectual, e evolui para significar “matéria de ensino suscetível de servir de exercício intelectual” (CHERVEL, 1990, p. 177 *apud* SAVIANI, 2006, p. 38). A ligação com o conjunto de conhecimentos de certo domínio ou área do saber é o que predomina hoje em dia na noção de disciplina escolar, quando entendida como um componente do currículo de determinado grau ou nível de ensino.

Compreendemos as disciplinas escolares como perspectivas de conhecimentos elaborados e partilhados socialmente, advindas de processos históricos como práticas pedagógicas instituídas, que não se alimentam apenas de teorias científicas mas também de modos culturais, de ideologias formalizadas, de pesquisas, de experiências pessoais de ensino e de comunicações cotidianas como relações sociais (FIORENTINI, 1995; SAVIANI, 2012).

Do mesmo modo, compreendemos as práticas docentes em seu trabalho educativo escolar como situações não espontâneas, mas que nem sempre são intencionais e conscientes, mas que, em muitos casos, representam uma pluralidade epistemológica de diferentes pedagogias de ensino como resultado de trabalho.

Além disso, assumimos o “pedagogizar” como em Libâneo (2001), estabelecendo a diferença entre o pedagógico e o didático como ações distintas para converter os conhecimentos científicos em conteúdos de ensino pela educação escolar:

“Pedagogizar” a ciência a ser ensinada significa submeter os conteúdos científicos a objetivos explícitos de cunho ético, filosófico, político, que darão uma determinada direção (intencionalidade) ao trabalho com a disciplina e a formas organizadas do ensino. Nesse sentido, converter a ciência em matéria de ensino, é colocar parâmetros pedagógico-didáticos na docência da disciplina, ou seja, juntar os elementos lógico-científicos da disciplina com os político-ideológicos, éticos, psicopedagógicos e os propriamente didáticos. Isso quer dizer que para ensinar Matemática não basta ser um bom especialista em Matemática, é preciso que o professor agregue o pedagógico-didático, ou seja, que tenha em mente as seguintes indagações: que conteúdos da Matemática-ciência devem se constituir na Matemática-matéria de ensino, visando a formação dos alunos? A que objetivos sociopolíticos serve o conhecimento escolar da Matemática? Que representações, atitudes e convicções são formadas em cima do conhecimento matemático? Que habilidades, hábitos, métodos, modos de agir, ligados a essa matéria, podem auxiliar os alunos a agirem praticamente frente a situações concretas da vida? Que sequência de conteúdos é mais adequada à aprendizagem dos alunos, considerando sua idade, nível de escolarização, conceitos já disponíveis dos alunos etc.? (LIBÂNEO, 2001, p. 10).

Sem pretender dar conta da diversidade de modos presentes na práxis pedagógica do ensino de ciências, tentaremos apenas identificar e discutir aquelas que, segundo nosso ponto de vista, foram e continuam sendo as mais expressivas e problemáticas na configuração do ideário pedagógico para a educação escolar.

### **3.2.1 – O início do ensino de Física no Brasil**

No Brasil, só podemos falar sobre o ensino de Física a partir do século XIX, principalmente na passagem do Império à República, quando mudanças políticas estruturais trouxeram novas finalidades sociais à educação escolar. Destaca-se nesse período o papel dos colégios de ensino secundário, que trouxeram maior ênfase das disciplinas científicas ao currículo escolar e a possibilidade de continuidade escolar com acesso ao ensino superior, algo que se fazia viável somente aos filhos da elite brasileira (PETITAT, 1992).

O Colégio Pedro II, o Colégio Caraça, os Liceus provinciais, o Ateneu do Rio Grande do Norte, os Liceus da Bahia e da Paraíba são referências do ensino secundário nesse período e tinham como objetivo à época o ensino como preparação das elites dirigentes do país (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2012; NUNES, 2000).

Conforme Petitat (1992), uma análise histórica da escola pode ser feita através da compreensão de dimensões como o espaço, o tempo, os aspectos socioculturais e a estrutura de poder. Somente quando as escolas passaram a ser organizadas em prédios únicos com várias salas de aulas é que aconteceu a planificação dos estudos, o controle do tempo, a gestão centralizada e a vigilância sistêmica. Foi com essa dinâmica que se favoreceu para uma gradação sistemática do currículo conforme os níveis de ensino e à organização em divisão de matérias como disciplinas escolares. O ensino das disciplinas científicas, assim como o papel social da escola, não passou imune a essas transformações.

Saviani (2014, p.142) nos explica que a disciplinarização da ciência ocorreu na modernidade pelas instituições escolares, “assumindo características correlatas ao desenvolvimento da produção material que, no mesmo período, aprofundou a divisão do trabalho e a especialização das funções na passagem do artesanato à manufatura e desta à indústria moderna”.

No início do século XX no ensino secundário no Brasil, como forma de acesso ao ensino superior, a disciplina de Física assumiu a conformação de um currículo específico, com aulas organizadas principalmente a partir de livros-textos, com muita matematização e pouca discussão dos conceitos científicos envolvidos (MOREIRA, 2000; DIOGO e GOBARA, 2008).

Cabe ressaltar que no Brasil de fins do século XIX, diferentemente do que ocorria em outros países ocidentais modernos para a época, não se conseguiu implantar um sistema nacional de ensino que lograsse universalizar um ensino básico fundamental e erradicar o analfabetismo da população que crescia. Conforme Saviani (2019a), três mentalidades pedagógicas delinearão-se com razoável nitidez nesse período: a tradicionalista, a liberal e a cientificista.

No entanto, a mentalidade cientificista de orientação positivista, declarando-se adepta da completa “desoficialização” do ensino, acabou por converter-se em mais um obstáculo à realização da ideia de sistema de ensino. Na mesma direção comportou-se a mentalidade liberal que, em nome do princípio de que o Estado não tem doutrina, chegava a advogar o seu afastamento do âmbito educativo (Saviani, 2019b, p.168).

Mesmo com o grande atraso científico e educacional do Brasil em comparação com outras nações da época, o ensino das disciplinas científicas e em especial o da Física, se deu para a minoria da população brasileira, de forma heterogênea e eclética entre a abstração matemática e a racionalização dos conceitos científicos por um lado, e a formação humanista tradicional, do outro.

Bittencourt (2003) assinala que a educação escolar nesse período era muito diferente da concebida hoje, uma vez que a escola foi exclusivamente criada no Brasil pela e para as elites burguesas. Portanto o acesso a qualquer curso superior pertencia a um candidato da classe social privilegiada e que para isso necessitava ter o domínio de conhecimentos básicos das ciências naturais.

No que diz respeito ao ensino de Física no secundário, a disciplina se tornou obrigatória para ingresso no Ensino Superior somente no final do século XIX e, mesmo assim, tardou a ganhar destaque no ensino secundário brasileiro devido ao forte tradicionalismo do ensino humanístico-literário que havia na época. No início do século XX, São Paulo e Rio de Janeiro eram os “polos científicos” do Brasil, uma vez que formavam engenheiros e médicos. Para isso, esses cursos necessitavam iniciar o aluno nas disciplinas científicas, justificando a disciplina Física de nível secundário estar no primeiro ano do Ensino Superior (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2007).

Segundo Clarisse Nunes (2000), mesmo com o advento da República, essa característica elitista da educação escolar permaneceu no país até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, em 1961 (Lei nº. 4.024), nossa primeira Lei de Diretrizes e

Bases da Educação Nacional (LDBEN). Até a promulgação da LDBEN, a educação escolar brasileira foi gestada por diferentes reformas políticas de iminentes autores. Compreende-se assim, que o regime republicano brasileiro em seu período inicial, apresentou diferentes vertentes do pensamento liberal no contexto político e social, criando uma tensão na política e no pensamento pedagógico brasileiro: a percepção da centralidade do Estado e, ao mesmo tempo, a recusa em aceitar seu protagonismo no desenvolvimento da sociedade; ou a tensão entre fazer uma reforma educativa como base da reforma política e a reforma política como indutora da reforma educativa (SAVIANI, 2019b).

A outorga do curso secundário como curso regular já havia se estabelecido pela Reforma Rocha Vaz em 1925, que definiu seis anos seriados de estudos para o curso secundário, com o objetivo de oferecer um preparo escolar geral para a vida. Era a primeira vez que o ensino secundário aparecia como prolongamento do ensino primário. Os estudantes que terminavam seus estudos em seis anos recebiam o diploma de Bacharel em Ciências e Letras. Aquele que fizesse somente cinco anos poderia realizar o vestibular para qualquer curso superior (NUNES, 2000).

No ano de 1931, a Reforma Francisco Campos reafirmou a função do ensino secundário e elevou sua duração para sete anos, dividindo-o em dois ciclos: o primeiro de cinco anos, chamado de Fundamental e o segundo de dois anos chamado de Curso Complementar. Esse Curso Complementar tinha um currículo diferenciado e caracterizava-se por assumir um ensino enciclopédico especializado em humanidades. Com a Reforma Gustavo Capanema, em 1942, ocorreu a dualidade do ensino ao opor o ensino primário e profissional, ao ensino secundário e superior, “onde a função do ensino secundário seria oferecer uma sólida cultura geral apoiada no conhecimento sobre humanidades antigas e modernas, com o objetivo de preparar os homens que assumiriam responsabilidades de governança dentro da sociedade e da nação.” (NUNES, 2000, p. 45).

Rosa e Rosa (2012), ao fazerem um balanço do ensino de física no Brasil, para esse período, nos faz lembrar que:

A Revolução de 1930 marcou a queda da chamada República Velha, restabelecendo a centralização nas mãos do governo federal. Ela deu início a um período de transição entre a economia essencialmente agrária e artesanal e uma economia urbana e industrial. A educação, nesse período, passou a ser vista como alternativa para o desenvolvimento social e econômico do país, sendo estendida às classes menos favorecidas, que até então não tinham acesso à escolarização. A reforma Francisco Campos é um marco importante nesse período denominado escolanovista, vindo a consolidar a arrancada centralizadora do governo. Ela efetivou-se através de uma série de decretos que dispunham sobre a organização dos ensinos superior e médio, secundário e profissional (p.4).

Tendo como princípios norteadores os aspectos conservadores e elitistas, os autores completam que a Reforma Francisco Campos consolidou a base curricular humanista tradicional, ainda presente na educação brasileira, e instituiu o ensino escolar profissionalizante como um “mal necessário” à classe trabalhadora da época pelo processo de industrialização a ser dado ao país. A classe menos favorecida e trabalhadora via-se assim, através das políticas de reestruturação do Estado brasileiro, direcionada ao mundo da produção industrial como forma de profissionalização e trabalho, o que em alguns casos, levaria ao ensino superior. A grande procura que ocorreu nessa época por esse nível de



ensino, se deu em virtude da composição de cargos técnicos e funções administrativas que pudessem atender as necessidades burocráticas do Estado e de composição da mão-de obra como reserva de mercado para a produção industrial (NUNES, 2000).

O ensino de Ciências, em particular o de Física, nesse período, encontrava-se fortemente vinculado aos exames de admissão ao ensino superior, apresentando uma característica propedêutica, cujos métodos de ensino encontravam-se apoiados em um ensino por transmissão de conteúdos, generalista e extremamente expositivo. O ensino escolarizado apresentava uma distinção em termos de organização e estruturação na etapa colegial, na qual as disciplinas científicas (Física e Química) deveriam se fazer presentes. Analisando o currículo das escolas dessa época, observa-se que as duas modalidades de Ensino Colegial (Clássico e Científico) não apresentavam diferenças significativas no desenvolvimento dos conteúdos de Física, Química e Biologia, oferecendo-as em número reduzido, não apresentando nenhuma disciplina vinculada à experimentação. (Rosa & Rosa, 2012, p. 5).

Podemos também tecer uma compreensão do ensino de física para esse período a partir da análise dos livros didáticos adotados. Nesse sentido, Nicioli Junior e Mattos (2012) relatam que os livros eram predominantemente europeus e de origem francesa, que adentraram ao sistema de ensino brasileiro via programas curriculares do Colégio Pedro II, que além de organizar o currículo nacional, recomendava o uso desses livros europeus para outras instituições. Entretanto, na virada para o século XX mudanças significativas ocorreram nesse campo:

No início do século XX, livros de outras nacionalidades passam a fazer parte do cenário educacional brasileiro. Por exemplo, a Escola Politécnica de São Paulo passa a adotar livros didáticos norte-americanos, que possuíam características diferentes dos livros europeus, destacando-se, sobretudo, pelo seu conteúdo algebrizado. Livros didáticos de autores brasileiros começaram a ser publicados, porém muitos deles se tratava de meras traduções de obras estrangeiras. A Escola Politécnica de São Paulo, criada em 1893, foi anexada à Universidade de São Paulo em 1934, com sua criação. Até o ano de 1931, o ensino de Física de nível Médio estava nos três primeiros anos introdutórios dos cursos de engenharia, ou seja, no Superior. Com a Reforma Francisco Campos, em 1931, o conteúdo de nível Médio passa a fazer parte de o Ensino Complementar (Ensino Médio atual), que era dividido em três cursos: 1º curso - jurídico, 2º curso - medicina, odontologia e farmácia, e 3º curso - arquitetura e engenharia. Até as pesquisas atuais, sabemos que a Física estava nos cursos de engenharia e medicina (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2012, p. 853).

Saviani (2008) nos chama a atenção para o fato de que toda prática educativa, explícita ou implicitamente, expressa uma determinada concepção de mundo, de homem e de sociedade. Com esse entendimento, a educação e as teorias pedagógicas se estruturam a partir de processos sociais, mediante conhecimentos científicos, filosóficos e técnico-profissionais, investiga a realidade educacional em transformação, para explicitar objetivos e processos de intervenção metodológica e organizativa referentes à transmissão/assimilação de saberes e modos de ação, buscando orientar o processo de ensino e aprendizagem. As transformações ocorridas nesse período são, portanto, o prelúdio do que Saviani (2008; 2019a) irá denominar de concepção pedagógica produtivista para a educação escolar, ou simplesmente educação produtivista, evidenciando a função da educação como um aparelho reprodutor das relações sociais de produção.

Conforme esse entendimento trazido por Saviani, as teorias pedagógicas podem orientar a educação escolar no sentido da conservação da sociedade, mantendo a ordem

existente, ou orientar a educação tendo em vista a transformação da sociedade. No primeiro caso, Saviani denomina de teorias hegemônicas, pois tendem a hegemônizar o campo educativo correspondendo aos interesses da classe dominante, que numa sociedade capitalista como a nossa, corresponde aos interesses da burguesia. No segundo caso são contra-hegemônicas, pois se posicionam contra a ordem existente e a favor dos interesses da classe dominada, que na sociedade capitalista corresponde aos interesses do movimento operário (SAVIANI, 2008; 2019a)<sup>12</sup>.

Compreendemos aqui, como também para todo o texto, o mesmo que em Paulo Netto (2008), ou seja, que as classes sociais são grupos sociais que se distinguem pela detenção dos meios de produção. Destarte, a história da humanidade inteira é a história da luta de classes. Nesta perspectiva de domínio dos meios de produção, existe a classe dominante, que controla direta ou indiretamente o Estado e os meios de produção, e existe a classe dominada, subordinada severamente pela estrutura social implantada pela classe dominante (PINHEIRO, 2016).

O movimento operário de ideias socialistas, que já vinha circulando no país desde os fins do século XIX, seguia uma orientação contra-hegemônica de educação. Fundamentado nas teorias anarquistas (libertárias) e nos ideais comunistas das primeiras décadas do século XX, os quadros libertários propunham um movimento de crítica à educação burguesa e desenvolviam “a formulação da própria concepção pedagógica, que se materializava na criação de escolas autônomas e autogeridas.” (SAVIANI, 2019a, p.18).

No fim dos anos 30, as pedagogias do movimento operário de corrente anarquista, vão perdendo força em virtude da repressão do Estado e da polarização com o Partido Comunista. O movimento operário migra para os comunistas, direcionando uma política educacional em defesa da “ajuda econômica às crianças pobres para viabilizar a frequência às escolas, abertura de escolas profissionais em continuidade às escolas primárias, melhoria da situação do magistério primário e subvenção às bibliotecas populares.” (idem, p.19).

Segundo Saviani (2019a), as primeiras décadas do século XX no Brasil caracterizaram-se pelo debate das ideias liberais de vertente leiga da concepção tradicional em educação, que advogavam a extensão universal do ensino e a garantia do processo de escolarização como funções obrigatórias do Estado, considerado a instrução escolar o grande instrumento de formação e participação política dos cidadãos, transformando indivíduos ignorantes em cidadãos esclarecidos.

Entretanto, para Saviani (2012), as críticas a essa pedagogia tradicional e as mudanças ocorridas na base produtiva e material desse período fizeram surgir uma nova concepção de mundo e de proposta pedagógica, conhecida como Escola Nova, Escola Ativa ou Escola Progressista, pois um novo perfil de indivíduo que fosse ativo, instruído e adaptável às novas ordens de trabalho se fazia necessário.

Com o deslocamento do eixo econômico-produtivo brasileiro, do Nordeste açucareiro para o Centro-Sul, decorrente da formação da agricultura cafeeira no país, um complexo empreendimento exportador engendrou o capital-dinheiro necessário à industrialização, permitindo a compra não só de novos meios de produção como da força de trabalho industrial.

---

12 Entendemos por sociedade capitalista ou capitalismo não essencialmente formas de governo ou de Estados, mas formações sociais características do modo de produção capitalista, pois a cada modo de produção correspondem relações de produção, que no caso da capitalista se objetiva na forma mercadoria e sua correspondente circulação. (SAVIANI; DUARTE, 2012).

Essa nova realidade socioeconômica do país produziu como concepção pedagógica em educação a crença no poder redentor da escola e cumpriu a sua função equalizadora para os problemas sociais da época, daí o seu caráter progressista. Como formação a esse novo indivíduo social, se fez necessário uma vertente pedagógica progressista que atendesse a essa nova ordem produtiva, fundamentando-se na noção de experiência ativa dos educandos e tendo como diretriz político-filosófica, um sentido idealista ao conceito de criança e ao desenvolvimento de sua autonomia moral. Portanto, ela colocava no centro do processo pedagógico o indivíduo-aprendiz, que a partir de atividades auto-organizadas, produtivas e autodisciplinadas, deveriam fazê-lo aprender menos conteúdos de ensino e valorizar mais o interesse dos estudantes e as suas características individuais, principalmente as de ordem espiritual e moral.

Assim, assistimos que a escola no Brasil, desde o século XIX até os dias atuais, veio tentando se adequar às mudanças nas formas de organização produtiva e econômica do grande capital mundial, onde a dualidade da escola burguesa expressa nos conhecimentos por ela transmitidos encerrou as disputas entre as teorias pedagógicas liberais e progressistas, promovendo a manutenção e elitização do ensino.

Tomando como pressuposto a consolidação da ordem democrática burguesa, a concepção pedagógica da Escola Nova toma como ponto de partida a escola tradicional, em um momento em que a participação política das massas entra em contradição com os interesses burgueses. No contexto indicado, de crescente urbanização e industrialização sob o impulso da acumulação capitalista da cultura cafeeira no Brasil, amplia-se a classe proletária e a “classe média”, que encontram expressão política em movimentos sociais populares. Destarte, um dos elementos marcantes nessa concepção nova é a proclamação democrática, a proclamação da democracia em educação (SAVIANI, 2018a).

Aliás, inclusive, o próprio tratamento diferencial, portanto, o abandono da busca de igualdade é justificado em nome da democracia, e é nesse sentido também que se introduzem no interior da escola procedimentos ditos democráticos. E hoje nós sabemos, com certa tranquilidade, já, a quem serviu essa democracia e quem se beneficiou dela, quem vivenciou esses procedimentos democráticos no interior das escolas novas. Não foi o povo, não foram os operários, não foi o proletariado. Essas experiências ficaram restritas a pequenos grupos, e nesse sentido elas constituíram-se, em geral, em privilégios para os já privilegiados, legitimando as diferenças. (SAVIANI, 2012, p. 48).

Agora, diferentemente das aspirações igualitárias da educação burguesa em sua época revolucionária, era necessário afirmar que todos os homens são diferentes, que se relacionam com o conhecimento de formas diferentes e, portanto, oferecer uma escola diferenciada às diferentes classes sociais. Conforme esse ideário escolanovista e sua organização didática, surge assim, a pedagogia hegemônica do aprender a aprender, que nas palavras de Saviani:

Compreende-se então que essa maneira de entender a educação, por referência à pedagogia tradicional, tenha deslocado o eixo da questão pedagógica do intelecto para o sentimento, do aspecto lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos, do professor para o aluno, do esforço para o interesse, da disciplina para a espontaneidade, do diretivismo para o não-diretívismo, da quantidade para a qualidade, de uma pedagogia de inspiração filosófica centrada na ciência da lógica para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia.

Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender. (SAVIANI, 2012, p. 8, 9).

É sob esse novo ideário do aprender a aprender, que as transformações impulsionadas pela nova ordem liberal (democrática, econômica e social) dessa época passam a influenciar cada vez mais as ideias pedagógicas e o trabalho educativo em sala de aula. Nesse sentido, as ideias educacionais consideradas encarnam o movimento real da educação, construindo a própria substância da prática educativa como sua forma de materialização, articulando uma concepção de homem, de mundo, da vida e da sociedade com a questão educacional. “Assim, numa sociedade determinada, dependendo das posições ocupadas pelas diferentes forças sociais, estruturam-se diferentes concepções filosófico-educativas às quais correspondem específicas mentalidades pedagógicas” (SAVIANI, 2019b, p.167).

### **3.2.2 – O ensino de Física e a educação em ciências na segunda metade do século XX**

Segundo Delizoicov e Angotti (1994), do começo do século XX até a década de 1950, o ensino das disciplinas científicas no Brasil reforçava as características elitistas e positivistas da ciência. Dessa forma, o legado deixado para as décadas seguintes foi a expressiva constatação de modelos pedagógicos ineficientes quanto à aprendizagem dos conceitos científicos básicos e a recorrente experiência de ações negativas como processo de ensino. De modo geral para esse contexto, as abordagens de ensino ficavam centradas na figura do professor e na apresentação dos conteúdos organizados a partir do livro didático. Tendo como característica didática a exposição descritiva e detalhada do funcionamento de algumas máquinas, com experimentos de aparelhos do cotidiano para a época, com um texto conceitual que projetava o laboratório, fazendo uma forte ligação com as observações experimentais, sem deixar, entretanto, de fazer menção às aplicações cotidianas e conceituais da física como ciência.

O advento tecnológico da primeira metade do século XX nos mostra como evoluiu o ensino de ciências, e em particular o ensino de física para a educação básica, como legado educacional para todo o século XX. Guardando uma forte característica classista como sistema educacional e um ensino propedêutico quanto aos conteúdos de ciências. É o que buscam refletir Moura, Lima Filho e Silva (2015), sobre a formação humana na sociedade brasileira, principalmente na fase de escolarização que corresponde ao ensino médio como etapa final da educação básica, tomando como referência as análises de Kuenzer (2002; 2010):

A formação é produto das relações sociais e de produção, e a escola, espaço institucionalizado onde também existe parte dela, é fruto de tais relações. Dessa forma, não foi essencial, inicialmente, mas um luxo, porque foi concebida para atender aos interesses de uma determinada classe, a dos dirigentes. Por ter em sua gênese esse corte de classe e não da totalidade social, a escola tende a descolar-se da sociedade, ao mesmo tempo em que reflete suas contradições. Na atual fase de desenvolvimento das forças produtivas, ancoradas na ciência, na técnica e na tecnologia, sob o domínio do sistema capital, a escola vem tornando-se "essencial" à sociabilidade humana. Precisamente por isso, seu caráter classista agudiza-se. Isso porque "a necessidade de valorização do capital, a partir da propriedade privada dos meios de produção" (KUENZER, 2010, p. 861) demanda a divisão "entre trabalho intelectual e manual como estratégia de subordinação, tendo em vista a valorização

do capital" (*idem, ibidem*). Em decorrência, a divisão social e técnica do trabalho constitui-se estratégia fundamental do modo de produção capitalista, fazendo com que seu metabolismo requeira um sistema educacional classista e que, assim, separe trabalho intelectual e trabalho manual, trabalho simples e trabalho complexo, cultura geral e cultura técnica, ou seja, uma escola que forma seres humanos unilaterais, mutilados, tanto das classes dirigentes como das subalternizadas. É claro que isso não ocorre de forma mecânica, mas em uma relação dialética em razão das forças que estão em disputa e que, em alguma medida, freiam parte da ganância do capital (MOURA; LIMA FILHO; SILVA, 2015, p. 1059).

Rosa e Rosa (2012) também apontam que, com o fim da Segunda Grande Guerra (1945), mudanças significativas vieram outra vez à ordem mundial, repercutindo também no Brasil e na organização da educação brasileira. O novo cenário histórico internacional, mais voltado para os aparatos eletrônicos e de busca à corrida espacial, apontavam para novos rumos para a educação nacional, reforçando ainda mais uma perspectiva hegemônica da educação e da ciência que se praticava.

O final da Segunda Guerra Mundial marca um período de conflitos políticos, sociais e econômicos em nível mundial. No Brasil, esse período foi marcado pela renúncia de Getúlio Vargas, em 29/10/1945, e pela eleição de Eurico Gaspar Dutra, que promulgou a Constituição de 1946, dando novos rumos à educação nacional. O ensino caracterizou-se por um crescimento quantitativo e pela discussão em torno da elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, que demorou quinze anos para ser, de fato, promulgada. Porém, o que se salienta na educação nacional, nesse período, foi a “ajuda” recebida dos americanos. Em 1946, foi firmado o primeiro acordo entre o Brasil e os EUA, para equipar 33 escolas técnicas industriais, o que fez com que os americanos passassem a ter uma influência cada vez maior no contexto educacional brasileiro (ROSA e ROSA, 2012 p.4).

Segundo Barra e Lorenz (1986) *apud* Nardi (2005, p. 67), em 1946 foi criado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBECC, sendo um dos marcos importantes na constituição da área de ciências, ao implantar diversos projetos de ensino de ciências no país. O IBECC, que funcionava como uma comissão nacional da UNESCO no Brasil tinha como objetivos: divulgar no Brasil a obra da Unesco, tornando conhecido o trabalho que a mesma vinha desenvolvendo no campo internacional; enviar à Unesco dados e informações sobre as atividades culturais no Brasil, para que a mesma tenha conhecimento do que se está realizando em nosso país em matéria de educação; e procurar realizar no Brasil o que a Unesco realizava no campo internacional a favor da paz e da cultura.

A instalação do IBECC proporcionou a implantação de projetos que se iniciaram com o apoio a atividades escolares como feiras, museus e clubes de Ciências, pesquisas e treinamento de professores. Em 1952, segundo os autores, surgem os primeiros materiais produzidos pelo IBECC: os *kits* de Química destinados ao atual ensino médio e, a partir de 1955, já sob nova direção, foi desenvolvido o projeto “Iniciação Científica” para a produção de kits destinados ao ensino de Física, Química e Biologia, destinados a alunos dos cursos primário e secundário. Nesse período os projetos foram apoiados pela Fundação Rockefeller e pelo Ministério da Educação. (NARDI, 2005, p. 67).

De acordo com Krasilchic (2000), um currículo escolar alinhado com a concepção de ciência da época e que buscou fazer uma seleção de conteúdos científicos que pudessem ser a base para o modelo de desenvolvimento tecnológico esperado, só ocorreu na década de 1950 no Brasil, a partir da aquisição e tradução dos projetos das universidades norte-americanas.

A partir de 1956, inicia-se uma corrida ao desenvolvimento científico tecnológico nos Estados Unidos, o que acabou por se refletir no ensino de Ciências no Brasil. O período passa a ser conhecido no ensino de Ciências como a era dos projetos, os Projetos de ensino de Ciências no Ensino Secundário, com as disciplinas de Química, Física, Biologia e Geociência. Os parâmetros utilizados para o desenvolvimento dessas disciplinas eram os do ensino nos Estados Unidos, fortemente estendidos para toda a América Latina. Tais projetos tinham como principais características a produção de textos, a utilização de material experimental, o treinamento de professores e a permanente atualização e valorização do conteúdo a ser ensinado. (Rosa & Rosa, 2012, p. 6).

Essa “Era dos Grandes Projetos”, como ficou conhecido esse período para a educação em ciências, tem como programas principais o Nuffield, o Harvard Physics Project, o School Mathematics Study Group – SMSG, o Physical Science Study Committee – PSSC, o Chemical Bond Approach – CBA e o Biological Science Curriculum Study – BSCS (Moreira, 2000; Rosa & Rosa, 2012). Pode-se dizer que nas primeiras décadas desse período, mais especificamente nas décadas de 60 e 70 do século XX, havia uma preocupação maior com a estruturação do conhecimento científico tal como ele se constituiu no âmbito dos campos científicos da Física, Química, Biologia e Geologia. Esses programas na forma de propostas curriculares buscavam organizar a educação escolar em função dos conhecimentos científicos praticados, estruturando as disciplinas escolares num quadro lógico de ciência que levaria os estudantes a pensar e agir como um pequeno cientista. Segundo Vaccarezza (1998), as políticas científicas e tecnológicas passaram por um intenso processo de institucionalização nesse período, tendo em vista o crescimento e o progresso científico do país.

Segundo FRACALANZA (1992, *apud* NARDI & ALMEIDA, 2004, p.92) esse movimento se organizou a partir de dois pressupostos: “1) Se a ciência for apresentada na forma como é conhecida pelos cientistas, ela será inerentemente interessante para todos; 2) Qualquer conteúdo pode ser ensinado de uma forma intelectualmente honesta para qualquer aluno em qualquer estágio de desenvolvimento”.

A partir da década de 1960, as atividades do IBCEC foram modificadas em virtude de novas mudanças no cenário internacional, como o lançamento do Sputnik russo em 1957, resultando em novos projetos curriculares, produção de materiais didáticos e novas metodologias de ensino. Com a implantação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação em 1961, revogando a obrigatoriedade de adoção dos programas oficiais e possibilitando mais liberdade às escolas na escolha dos conteúdos, ficou mais flexível para o IBCEC cumprir o programa de atividades estipulado pela Fundação Ford no sistema brasileiro de ensino (NARDI, 2005).

Segundo Nardi (2005, p. 68), ainda se referindo ao texto de Barra e Lorenz (1984), assim resumem essas novas planificações desse período:

A nova lei apresentou ao IBCEC uma excelente oportunidade de introduzir nas escolas brasileiras os materiais já adotados em outros países. Esses materiais foram elaborados com base no conceito de ciências como um processo de investigação e

não só como um corpo de conhecimentos devidamente organizados. Apoiado, assim, em sua tentativa de utilizar o livro didático como meio de transformar e renovar o ensino de ciências a partir da modificação do comportamento de professores e alunos em sala de aula, o Instituto promoveu a tradução e adaptação dos novos projetos americanos, subvencionados pela Fundação Ford. A efetivação de tal compromisso, no entanto, foi dificultada pelo fato de os editores brasileiros, sem garantia de venda, manifestarem pouco interesse na publicação desses materiais. Para solucionar tal impasse, o IBCEC firmou um convênio com a Universidade de Brasília visando a publicação dos textos traduzidos e adaptados pelo Instituto. O convênio foi firmado com o auxílio da United Agency for International Development (USAID), que se comprometeu a financiar os 36.000 primeiros exemplares publicados. O acordo estipulou, ainda, as bases financeiras do convênio: 10% dos royalties seriam destinados ao IBCEC, que, por sua vez, atribuiria a metade, ou seja, 5%, aos autores, como pagamento pelos direitos autorais (Maybury, 1975, apud Barra e Lorenz, 1986, p. 1973).

Um aspecto marcante desse período foi a implantação de um modelo de desenvolvimento científico e tecnológico para o país, a partir de uma lógica estratégica dos Estados Unidos, trazendo para o ensino das disciplinas científicas um modelo de interpretação linear e mecanicista das interações entre ciência e tecnologia, que deixava de considerar a realidade da situação brasileira e do sistema de educação brasileiro. Com o financiamento da Fundação Ford e a garantia da USAID foi possível a adaptação dos materiais curriculares americanos a partir do treinamento de professores em cursos patrocinados pelo IBCEC, com vistas à utilização dos materiais do BSCS e do PSSC no país. Nesse mesmo período, em 1961, o Brasil foi escolhido pela UNESCO como sede de desenvolvimento do projeto piloto intitulado “Novos Métodos e Técnicas de Ensino de Física”, como marco inicial do Programa de Ciências da UNESCO para o mundo (NARDI, 2005).

Em 1966, o MEC e o IBCEC, com recursos da Fundação Ford, implantaram no Brasil seis Centros de Ensino de Ciências (CECINE - Centro de Ciências do Nordeste; CECIRS em Porto Alegre; o CECIMIG, em Belo Horizonte; o CECIGUA, no Rio de Janeiro; o CECISP, em São Paulo; e o CECIBA, em Salvador), com o objetivo de treinar professores, produzir e distribuir livros-texto e materiais para laboratório para as escolas de seus respectivos estados, indo culminar com o aparecimento da produção de materiais didáticos por educadores brasileiros a partir da década de 1970.

Foi também nesse período que efetivamente assistimos ao início da pesquisa na área de Educação em Ciências no Brasil, a qual foi se consolidando academicamente nas universidades e em organizações de classe até os dias de hoje. Em 1973, seguindo as recomendações da Câmara de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo (USP), onde houve acordo entre o Instituto de Física (IFUSP) e a Faculdade de Educação (FEUSP), entrou em funcionamento uma área de pós-graduação interdisciplinar denominada Ensino de Ciências (modalidade Física), gerida conjuntamente pelas duas unidades da USP. Nessa proposta ocorreram trabalhos com estudos sobre evasão escolar nos cursos básicos de graduação da USP, trabalhos a partir das representações espontâneas de conceitos elementares em física, sobre a utilização e análise da instrução programada, uso da história e epistemologia da física, a produção de materiais experimentais de baixo custo e fácil utilização, o papel da história da física na formação de físicos e professores de física e a reelaboração crítica de conteúdos no ensino de física, com o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - GREF (NARDI, 2005).

Nesse período, conhecido também por intenso otimismo desenvolvimentista, ficou evidente o privilégio do conhecimento científico e das disciplinas ditas científicas (matemática, física, química e biologia) sobre as demais disciplinas da educação escolar, não havendo, entretanto, uma preocupação em se disseminarem, como conhecimento escolar, os princípios científicos que estavam presentes nas tecnologias dos meios de produção em sociedade (mineração, petróleo, siderurgia, química etc.). Assim, sobressaiu uma educação escolar pautada em conceitos científicos de bens de consumo e que não estavam relacionados à tecnologia de funcionamento dos instrumentos manipulados na prática social ou que dominavam os modos de produção no país. Cabe ressaltar ainda, o silêncio de setores da sociedade sobre a imposição de padrões tecnológicos importados pelo Brasil nesse período, o que se fez sob a defesa de certos programas de transferência tecnológica empregados no país para a época (MACEDO, 2004). Portanto, houve o advento de um cientificismo escolar impulsionado pelo momento desenvolvimentista que o país atravessava, marcado pelo pragmatismo do conhecimento e dando impulso ao tecnicismo na escola.

De acordo com Cleci da Rosa e Álvaro da Rosa (2012, p.2):

Saviani (1996) lembra que a educação, de maneira geral, pode ser entendida como o processo pelo qual são transmitidos aos indivíduos conhecimentos e atitudes necessários para que eles tenham condições de se integrar à sociedade. Essa integração não significa apenas o domínio puro e simples dos conhecimentos, mas, sim, o seu entendimento, também sob o ponto de vista filosófico, no qual educação e sociedade estão vinculadas, uma influenciando a outra. Perante esse modo de ver a educação, entende-se que o ensino de Ciências, e, neste caso específico, o de Física, precisa ser redimensionado, iniciando-se por uma real e efetiva proposta curricular, que o torne objeto de estudo, desde as séries iniciais, até o final do ensino médio e, ainda que os currículos e as metodologias de ensino sejam renovados, ultrapassando a visão de disciplina vinculada à memorização de nomenclaturas e a listas intermináveis de fórmulas. Esta nova concepção faz-se tão necessária quanto urgente, uma vez que o sistema educacional brasileiro, em particular o ensino de Ciências (Física), encontra-se em vias de colapso, deixando clara a inviabilidade de continuar privilegiando a transmissão dos saberes e o acúmulo de informações que a escola privilegiou durante tanto tempo.

Diríamos, interpretando a educação e o currículo escolar dessa época, que o aumento significativo de conteúdos a ser transmitidos na formação básica dos estudantes, a falta de professores qualificados para um ensino pragmático conforme os programas científicos definidos e os baixos investimentos na carreira do magistério e nas instituições escolares passaram a afetar significativamente o ensino das disciplinas científicas, contribuindo com um baixo desempenho dos estudantes, principalmente os das classe trabalhadora. Essa nova problemática passa a ser, como consequência, tema de conferências, encontros, simpósios, cursos de pós-graduação e publicações em periódicos, com o intuito de discutir o ensino dessas disciplinas escolares no Brasil, dando início a área de Ensino de Física como área de pesquisa acadêmica (Rosa & Rosa, 2012).

Não obstante a toda essa preocupação com o ensino e a aprendizagem da disciplina escolar a partir de um novo currículo para as disciplinas científicas, adotando um modelo de educação que consubstanciasse o desenvolvimento científico e tecnológico pragmático para o país, conforme realizavam os Estados Unidos e a Europa na época, essa proposta não logrou êxito. Os baixos recursos investidos em educação no país e os graves problemas na formação dos professores de disciplinas científicas se somaram como problema em educação,



destacando ainda a frágil abordagem didática em conceber o aluno como um pequeno cientista a ser preparado para uma profissionalização futura, sem oferecer possibilidades reais de que isso se concretizaria. Ainda assim, disseminaram-se modos de ensino baseados em metodologias que objetivavam o caráter mais instrumental e mecânico dos conhecimentos científicos, com a promessa de que essa nova abordagem de formação geraria mais crescimento econômico e qualidade de vida à população, mas também sem oferecer uma perspectiva real de que isso poderia ocorrer satisfatoriamente para todos.

De acordo com Pena & Freire Jr. (2003) *apud* Pena (2004; 2008) e Moreira (2000), na década de 1970 surgiram o Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF (1970), as primeiras dissertações e teses em Ensino de Física no Brasil (1972) e a Revista de Ensino de Física (1979), hoje (desde 1992), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). Nos anos oitenta surgiram o Caderno Catarinense de Ensino de Física (1984), hoje (desde 2002), Caderno Brasileiro de Ensino de Física e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF (1986). Mais tarde, a partir da década de noventa, nasceram a Revista Ciência & Educação (1995), Revista Investigações em Ensino de Ciências (1996), o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC (1997) e as revistas Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (1999), a Física na Escola (2000) e a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC (2001). Segundo os autores citados acima, esses veículos são os principais disseminadores dos resultados de pesquisas em ensino e aprendizagem de ciências no Brasil. Isso fez impulsionar significativamente as pesquisas nesse campo, definindo a produção acadêmica na área. Nesse sentido, destacamos as duas publicações na Revista de Ensino de Física feitas por Almeida Júnior (1979; 1980), então docente da Faculdade de Educação da UNICAMP, com o intuito de fazer uma revisão bibliográfica historiográfica para constatar a definição dessa área como campo de pesquisa, ao mesmo tempo em que estabelece uma crítica dos problemas do desenvolvimento da ciência no Brasil e seus impactos na educação.

Nessa segunda metade do século XX, os ideais da Educação Nova ainda se faziam presentes em consonância com o modelo de produção da classe dominante no país, que sob a lógica pedagógica do aprender a aprender se apresentava mais uma vez como alternativa aos problemas da educação brasileira.

Cabe notar que a noção de produtividade começa a frequentar o vocabulário pedagógico a partir da década de 1950 com a divulgação dos trabalhos de Theodore Schultz, conhecidos sob a denominação de “teoria do capital humano” (SCHULTZ, 1973). Define-se, a partir daí, uma tendência pedagógica que veio a se tornar dominante no Brasil nos últimos quarenta anos. Trata-se da tendência que poderíamos denominar de “concepção produtivista de educação”. (SAVANI, 2019a, p. 5).

Respaldados nessa teoria do capital humano, ficou demonstrado cientificamente o valor econômico da educação, que passava a se tornar um bem decisivo para o desenvolvimento pessoal dos indivíduos e da nação, deixando de ser um mero ornamento pessoal ou dote das famílias brasileiras, para ser um bem de consumo como investimento para o futuro.

A Lei nº. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 1961, ainda fortemente organizada pelos ideais do movimento escolanovista, ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do então curso ginásial.

No curso colegial, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia, com a justificativa de que essas disciplinas exerceriam a “função” de desenvolver o espírito crítico através do exercício do “método científico”. (SAVIANI, 2012a).

Entretanto, Saviani (2012) assim assevera a participação do ideário escolanovista nesse período e apresenta o advento de uma nova teoria educacional, ocorrida novamente em função das transformações materiais de produção e das políticas em sociedade:

Ao findar a primeira metade do século XX, o escolanovismo apresentava sinais visíveis de exaustão. As esperanças depositadas na reforma da escola resultaram frustradas. Um sentimento de desilusão começava a alastrar-se nos meios educacionais. A pedagogia nova, ao mesmo tempo em que se tornava dominante como concepção teórica – a tal ponto que se tornou senso comum o entendimento segundo qual a pedagogia nova é portadora de todas as virtudes e de nenhum vício, ao passo que a pedagogia tradicional é portadora de todos os vícios e de nenhuma virtude –, na prática revelou-se ineficaz em face da questão da marginalidade. Assim, de um lado surgiam tentativas de desenvolver uma espécie de “Escola Nova Popular”, cujos exemplos mais significativos são as pedagogias de Freinet e de Paulo Freire; de outro lado radicalizava-se a preocupação com os métodos pedagógicos presentes no escolanovismo, que acaba de desembocar na eficiência instrumental. Articula-se aqui uma nova teoria educacional: a pedagogia tecnicista. (SAVIANI, 2012a, p. 11).

Fracalanza *et al.* (1986 *apud* ROSA e ROSA, 2012) comenta que no Brasil, após a fase dos grandes projetos das décadas anteriores, o ensino de ciências passou por um período de adaptação ao ensino profissionalizante, que entrava em vigor com o implemento dos governos militares, já em fins da década de 1960. Mais uma vez a educação brasileira era solapada pelas mudanças políticas e novas diretrizes político-educacionais se alinhava aos interesses hegemônicos do modo de produção dos países centrais ao capitalismo. Entretanto, desafios novos e problemas do passado se fizeram presentes e colocavam sob questão as novas mudanças, tais como a necessidade de ampliação do sistema público de ensino, com maior oferta de vagas; a formação deficiente e escassa de professores, principalmente dos egressos dos cursos de licenciatura de curta duração em atender as novas exigências educacionais; a ampliação das instituições de ensino particulares como solução para atender as demandas das classes populares, com propostas mais alinhadas com a pedagogia produtivista; e a ineficiência de uma educação como possibilidade de emancipação social e humana, tendo em vista os apelos à educação profissional e aos exames vestibulares para o ingresso no ensino superior.

Com o governo dos militares, no final da década de 1960 e, principalmente, no início dos anos 70, o país passou a unificar a dualidade das formas de ensino secundário: o ensino profissionalizante e o acadêmico, criando um ensino de 2º grau orientado para a habilitação profissional. A obrigatoriedade de o ensino ser preparatório para o trabalho, independentemente do nível socioeconômico dos alunos, tinha como objetivo reduzir o acesso desses alunos ao ensino superior, encaminhando-os para o mercado de trabalho mais rapidamente, consolidando, assim, na prática, a visão americana da educação, como fonte para o progresso econômico do país. (Rosa & Rosa, 2012, p. 7).

Assim, ao mesmo tempo em que a educação escolar adaptava-se ao ensino profissionalizante e à lógica produtiva na forma de trabalho, o ensino de ciências nas escolas

era objeto de reflexões com a instauração dos primeiros cursos de pós-graduação em ensino de física (USP e UFRGS), tornando possível a reflexão de práticas educativas, como já assinalamos anteriormente.

Para Nardi (2005, p.), ao tecer uma análise entre 1960 e 1980 para o ensino de física, assim resume os fatores mais importantes na constituição da área de Ensino de Física e de Ensino de Ciências no Brasil:

I) Os projetos de Ensino, isto é, a implantação, tradução e aplicação, nos cursos de licenciatura e nas escolas de ensino médio do país, nas décadas de 1960 e 1970, de projetos estrangeiros como PSSC, BSCS, CBA, IPS, Harvard e outros e, na sequência, a partir destes, o surgimento de versões nacionais como PEF, PBEF e FAI, especialmente no Instituto de Física da USP. E, como desdobramento do movimento mundial de renovação curricular – e no Brasil, mesmo antes disso - o corre no país a implantação de diversos projetos curriculares, tendo como suporte o então recém-criado IBEEC (Instituto Brasileiro de Educação e Cultura) e, posteriormente, a FUNBEC, bem como seis Centros de Ciências implantados em diferentes regiões do país sob auspícios da UNESCO.

II) As políticas públicas nacionais de fomento à pós-graduação, à pesquisa e a projetos de ensino de Ciências e Matemática. A expansão do número de vagas nos cursos superiores em função da demanda dos egressos do colégio então dividido em três cursos (clássico, científico e normal), correspondentes ao atual ensino médio - favoreceu o estabelecimento de políticas oficiais de expansão do ensino superior pelo MEC – Ministério da Educação e a consequente política de capacitação de recursos humanos através de formação de mestres e doutores no exterior, financiada por órgãos como CNPq e CAPES. A partir do retorno destes, a constituição de grupos de pesquisa no país e o início dos programas de pós-graduação.

Todos esses programas e projetos, bem como os materiais produzidos nesse período, tinham como base o conceito de ciências como um processo de investigação e não como um corpo de conhecimentos devidamente sistematizados. Pedagogicamente pensados numa linha comportamentalista de ensino e alinhados a uma lógica produtivista, exerciam assim, a sua tentativa de utilizar o livro didático e outros materiais de apoio como meio de transformar e renovar o ensino de ciências a partir da modificação do comportamento de professores e alunos em sala de aula.

Cabe ressaltar que todos esses programas, materiais e projetos tiveram suas origens em fontes externas, com apoio material e financeiro da Fundação Ford e a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID), que só posteriormente passaram a ser geridos por educadores brasileiros. Na forma de ajuda bilateral com o Ministério da Educação e Cultura, essas iniciativas proporcionavam ao segmento educacional brasileiro, além de renovação do ensino, a “(...) intenção em legitimar toda uma transformação modernizadora imposta à nacionalidade brasileira, no sentido de direcionar sua racionalidade [...]” (ARAPIRACA, 1982 *apud* ALMEIDA, 1989, p. 266).

Segundo Arapiraca (1982), os acordos entre o MEC e a USAID foram uma forma de reação da burguesia nacional e do capitalismo internacional contra os movimentos de libertação nacional na América Latina e consistiam, através de uma educação profissionalizante, garantir o lucro dos capitais investidos no Brasil. O autor questiona o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino Médio – PREMEM, instituído pelo Decreto 63.914 de 26 de dezembro de 1968, como um organismo para adaptar o aparelho escolar, na forma de escolas polivalentes, à racionalidade da empresa, na medida em que procurava

interiorizar no aluno através da profissionalização precoce, os valores universais do capitalismo – como competição e lucro. Numa concepção tecnicista e sob o pretexto de formar técnicos para o desenvolvimento e o progresso, formavam-se trabalhadores sem cultura geral, meros executores de tarefas, incapazes de pensar criticamente.

O golpe militar de 1964 impactou o cenário político do país e também o papel social esperado pela escola. No contexto da Teoria do Capital Humano, que se expandiu no Brasil em fins dos anos 60, verificou-se a interferência mais direta dos EUA na política educacional brasileira, via acordo MEC/USAID.

Sob a concepção de educação baseada no modelo norte-americano e conforme o instituído pela Lei 5.692 de 1971, a ideologia produtivista impregnou a educação escolar brasileira, visando o aperfeiçoamento do sistema industrial e o estabelecimento do modelo econômico capitalista. Supostamente norteada para uma filosofia voltada para a vida, desenvolvimentista, a escola voltava-se à industrialização, à “modernização”, formando, no curso secundário, mão-de-obra especializada. Assim, definiu-se que a formação técnica profissional seria a ideal para a educação brasileira (GADOTTI, 1991).

Nos termos indicados, a educação será concebida como um subsistema cujo funcionamento eficaz é essencial ao equilíbrio do sistema social de que faz parte. Sua base de sustentação teórica desloca-se para a psicologia behaviorista, a engenharia comportamental, a ergonomia, informática, cibernética, que têm em comum a inspiração filosófica neopositivista e o método funcionalista. Do ponto de vista pedagógico, conclui-se que, se para a pedagogia tradicional a questão central é aprender, e para a pedagogia nova, aprender a aprender, para a pedagogia tecnicista o que importa é aprender a fazer (SAVIANI, 2019b, p.383).

Portanto, sobre a sociedade e as instituições de ensino, recaiu um enorme controle do Estado, provocando, através de mudanças administrativas, um crescente processo de burocratização. Acreditava-se, assim, que o processo de racionalização administrativa do Estado e as mudanças de ensino em curso nas escolas se concretizariam na medida em que se agia planejadamente para o progresso. Mas, perdendo-se de vez a especificidade da educação ao transpor para a escola a forma de funcionamento do sistema fabril, a orientação tecnicista de educação flertou com um modelo de desenvolvimento baseado numa ideia de progresso, que nessas condições gerou níveis de descontinuidade, de heterogeneidade e de fragmentação, que praticamente inviabilizaram o trabalho pedagógico no campo educativo. Com isso a educação escolar brasileira atingiu altos índices de evasão e repetência, o problema de acesso à educação pública se intensificou e os conteúdos científicos de ensino tornaram-se rarefeitos frente às imposições burocráticas do ensino profissionalizante (SAVIANI, 2012a).

O III Simpósio Nacional de Ensino de Física, ocorrido em 1976, mostra um geral descontentamento da classe e da sociedade quanto à reforma imposta ao ensino secundário, alertando para as consequências danosas da lei 5.692/71 pela superficialidade dada ao ensino de física, a redução da carga horária das disciplinas científicas e quanto a um relativo papel da ciência e da física em sociedade, pela sua natureza, função, impactos e condicionamentos sócio-políticos, como contribuição formadora escolar ao modo de produção vigente (NARDI, 2005).

Se tomarmos os problemas dessa época a partir de uma perspectiva da formação dos professores, podemos inferir que frente aos inúmeros problemas históricos já mencionados

sobre o ensino de física para a época, destacamos: o baixo número de professores no 2º grau, em que muitos não têm nem sequer a formação específica necessária para a disciplina; a má formação de muitos professores de física em cursos que mais privilegiam dar uma formação sólida em matemática e física do que em disciplinas pedagógicas; a ausência de uma formação continuada ou atualizada para os professores em sua jornada; um grande número de livros didáticos com orientações diversas e diferentes para orientação dos professores em aula; a dificuldade de recursos de ensino diante de uma rotina de improvisações no cotidiano escolar, entre tantos outros. (FRACALANZA, 2006; GIL PEREZ, 1996; GIL PEREZ; CARVALHO, 2012; KRASILCHIK, 2000).

Assim, a educação brasileira chega à década de 1980, onde ainda perdurava um ensino de física centrado na figura de um professor supostamente detentor de um conhecimento “enciclopédico” da ciência, muitas vezes formado para uma prática educativa refém do livro didático, como um profissional enrijecido pela formação inicial e com uma bagagem científica que privilegia o conhecimento abstrato e não experimental. Podemos falar de um ensino fragmentado, supostamente neutro e de pouca relação com o mundo real e a prática social, fortemente marcado pela adoção de práticas docentes descompromissadas, ou pedagogicamente não intencionadas, que não privilegiavam o ensino a partir de conceitos centrais da física para a tomada de consciência crítica diante do mundo. Somam-se ainda a isso, as precárias condições materiais das escolas públicas pelo país, a desvalorização profissional da carreira do magistério e um quadro de baixo rendimento dos alunos e com altos índices de evasão escolar.

O trabalho docente, sob a égide do capitalismo, não escapa à lógica da acumulação do capital, direta ou indiretamente, pela compra da força de trabalho do professor, pela natureza de seu trabalho, que contraditoriamente forma cidadãos que atenderão às demandas do trabalho capitalista, cuja inclusão depende do disciplinamento que para o qual a escola contribui, pela sua contribuição à produção de ciência e tecnologia, diretamente ou formando pesquisadores, e assim por diante. Ou seja, embora a finalidade do trabalho seja a formação humana, ele está atravessado pelas mesmas contradições que caracterizam o capitalismo (KUENZER, 2011, p. 677).

Consequentemente, a concepção produtivista de educação resistiu aos movimentos críticos no Brasil, se reestruturando sob a forma neoliberal e se apresentando como um instrumento de ajuste da educação às demandas do mercado em uma economia global, “centrada na tão decantada sociedade do conhecimento.” (SAVIANI, 2019a, p. 5).

Assim, a década de 1990 no Brasil é marcada por políticas educacionais de governos neoliberais em consequência do denominado “Consenso de Washington”, que conduziu à promoção de reformas educacionais neoconservadoras sobre a educação no Brasil e em países latino-americanos, acentuando ainda mais a pobreza e a desigualdade social (ROBERTSON, 2012).<sup>13</sup>

### **3.2.3 – O ensino de Física e a educação em ciências na virada para o século XXI**

---

13 O Consenso de Washington foi a forma como ficou popularmente reconhecido um encontro ocorrido em 1989, na capital dos Estados Unidos. Nesse encontro, realizou-se uma série de recomendações visando ao desenvolvimento e à ampliação do neoliberalismo nos países da América Latina. Apesar de o Brasil ter sido um dos poucos países que não aceitaram de imediato essas medidas, foi um dos que mais rapidamente as aplicou, em um processo que conheceu o seu ápice ao longo da década de 1990.

Ainda que o método científico e o papel social da ciência fossem amplamente reconhecidos pela educação como conhecimentos a serem transmitidos pelas escolas às novas gerações, o grande desafio consistia em vencer as dificuldades de formação dos professores, em número e qualidade para a demanda necessária, bem como da prática educativa de professores, principalmente no sentido de os fazerem desenvolver concepções educativas que consubstanciassem novas propostas didáticas de ciências em ensino-aprendizagem.

Apesar das preocupações em levar aos estudantes os processos de produção do conhecimento científico, o ensino das disciplinas científicas na educação básica não conseguia romper a barreira do mero aspecto informativo, mesmo sendo compreendido como um conhecimento em visível conexão com a prática social e o sistema político-econômico de produção. Desse modo, porém, e numa perspectiva crítica, o ensino de ciências poderia contribuir com a manutenção das desigualdades do sistema ou oferecer uma possibilidade de transformação da realidade brasileira.

A virada para os anos de 1980 foi marcada por diversos movimentos populares que passaram a exigir a redemocratização das instituições sociais e seguida por uma severa crise econômica no país.

A transição que se operou no Brasil se iniciou com a “distensão lenta, gradual e segura”, formulada em 1974 no governo Geisel; prosseguiu com a “abertura democrática” a partir de 1979 no governo Figueiredo, desembocando na “Nova República” em 1985, que guindou à posição de presidente da República o ex-presidente do partido de sustentação do regime militar. A “transição democrática” se fez, pois, segundo a estratégia da conciliação pelo alto, visando a garantir a continuidade da ordem socioeconômica (SAVIANI, 2019a, p.23).

Com essas mudanças, houve uma grande preocupação em relação aos conteúdos que se ensinavam nas escolas, principalmente públicas, em saber se possibilitavam o desenvolvimento de conceitos científicos, haja vista que o país se encontrava defasado ao perceber a “guerra tecnológica” travada pelas grandes potências econômicas da época. Uma urgente reformulação do sistema educacional brasileiro se fazia necessário mais uma vez, agora de modo a garantir o acesso das camadas populares ao conhecimento sistematizado, pautado pela centralidade da educação escolar e na autonomia das instituições. A defesa da escola pública foi uma marca intransigente e distintiva dessa época. Em termos teórico-pedagógicos foram relevantes as propostas em orientar a prática educativa numa direção transformadora e contra-hegemônica, através das pedagogias da educação popular, pedagogias da prática, pedagogia crítico-social dos conteúdos e pedagogia histórico-crítica (SAVIANI, 2019b; PICCININI; NEVES; ANDRADE, 2017).

Conforme Moreira (2000) e Pena (2004), a questão do ensino-aprendizagem em física se consolidou como campo de pesquisa para as universidades brasileiras, com as investigações advindas sobre as concepções espontâneas dos estudantes e a formação de conceitos científicos dos alunos em aulas. Houve assim, uma maior importância em relação à construção do pensamento dos alunos a partir de suas interações com o contexto sociocultural

e o desenvolvimento de conceitos científicos, fazendo uma referência às ideias de Vygotsky e Piaget no desenvolvimento do conhecimento humano pelo Construtivismo<sup>14</sup>.

Entretanto, as questões sobre concepções espontâneas dos estudantes em ciências ganharam força com as publicações e a divulgação de trabalhos e pesquisas no sentido de aplicar a psicologia comportamentalista de Burrhus Skinner e psicologia cognitivista de Jean Piaget à didática, fortalecendo o campo de debates entre esses dois campos em educação em ciências.

O ano de publicação no Brasil da *Didática psicológica* de Hans Aebli, 1970, coincide com o momento em que começam a ser implantados os Programas de Pós-Graduação, em cujo contexto a educação experimentou um vigoroso desenvolvimento, aproximando-se das áreas afins das ciências humanas. Prosseguia, assim, por outro caminho, a dinâmica dos anos anteriores que buscava conferir bases científicas ao pensamento pedagógico. Esse processo desembocou na grande mobilização da década de 1980, marcada pela emergência das teorias críticas que, partindo das ciências bases da educação (filosofia, história, psicologia, sociologia), se espalhou para a didática e para as habilitações pedagógicas (supervisão, orientação, administração). Parecia, pois, que o pensamento pedagógico brasileiro havia atingido seu grau máximo de maturação, estando na iminência de proclamar sua autonomia epistemológica e conquistar espaço próprio no conjunto das ciências humanas. (SAVIANI, 2019a, p. 49-50).

A emergência dessa onda eufórica em educação, anunciada por Saviani (2019), estabelecia a oposição das tendências críticas em educação em relação ao momento anterior. Podemos obter um quadro evolutivo das tendências de pesquisas no ensino de física, a partir dos últimos anos do século XX, conforme a síntese realizada por Moreira (2000):

A questão da aprendizagem nos leva a outro paradigma, o da pesquisa em ensino de Física, que começou a emergir com mais clareza nos anos setenta, com o estudo das chamadas concepções alternativas, consolidou-se na década de oitenta, com as pesquisas sobre a mudança conceitual, e encontra-se em plena "ciência normal", neste fim de século, com investigações bastante diversificadas, incluindo, por exemplo, resolução de problemas, representações mentais dos alunos, concepções epistemológicas dos professores e formação inicial e permanente de professores (MOREIRA, 2000, p. 95).

Já em fins do século XX, as pesquisas sobre o ensino de física no Brasil apresentavam a preocupação com a inclusão de tópicos relativos aos desenvolvimentos mais recentes da física, sob a nomenclatura de Física Moderna e Contemporânea, concomitantemente à defesa da reorganização dos conteúdos escolares sob um ponto de vista coerente com as descobertas científicas em uma nova estrutura curricular, coadunado com um discurso em que são necessárias competências e habilidades novas ao cidadão atual em um mundo plural e marcado por uma cultura midiática e tecnológica diversificadas. Nesse período, as propostas de melhoria do ensino de ciências apareciam com títulos impactantes como, por exemplo, “Educação em Ciência para a Cidadania” e “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, tendo em

---

14 Matriz teórica identificada com a obra de Piaget que mantém forte afinidade com o escolanovismo e a educação produtivista. E que a partir de sua metamorfose com a onda pós-moderna, fundamentou a “teoria do professor reflexivo” e a “pedagogia das competências”, passando a ser reconhecido como neoconstrutivismo (HARVEY, 1992; FACCI, 2004; SAVIANI, 2019b).

vista contribuir com o desenvolvimento do país (KRASILCHIK, 1987). Há uma tendência, portanto, em problematizar o currículo e o ensino de Física, não só para o ensino médio, como também para os cursos de Licenciatura, a fim de oferecer, segundo seus defensores, novos horizontes ao professor no trato do conhecimento escolar em seu ofício (CARVALHO; VANNUCCHI, 1996; OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2006; PEREIRA; OSTERMAN, 2009).

Podemos resumir que a ciência pós-moderna passou a imprimir um pensamento de desconfiança com o questionamento da razão; impregnando o saber de um relativismo em que o conhecer está condicionado por aspectos da subjetividade do indivíduo apenas.

Neste sentido, seguindo a trajetória de paradigmas que influenciaram as pesquisas sobre ensino de física para a prática docente, percebemos que muitos trabalhos buscaram ressignificar o ensino da disciplina em sala de aula focando em abordagens que privilegiavam a sua importância na seleção de conteúdos a serem ensinados, tais como “Física no cotidiano”, “alfabetização científica”, “equipamentos de baixo custo”, “ciência – tecnologia – sociedade”, “história e filosofia da ciência” e, mais recentemente, “novas tecnologias” e “Física Moderna e Contemporânea” (MOREIRA, 2000). Nesse contexto, as propostas para o ensino de ciências passaram a questionar os valores inerentes ao racionalismo subjacente à atividade científica e a reconhecer que esta não era uma atividade essencialmente objetiva e socialmente neutra. As referências anteriores de uma formação para o mundo do trabalho e sob uma lógica produtivista são revistas e ajustadas a um novo modelo de educação em ciências. Desse modo, o ensino de ciências também deveria possibilitar aos estudantes uma interpretação crítica do mundo, a partir do desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e de agir sobre distintas situações e realidades socioculturais.

Para nós, cabe ressaltar que tudo isto se passa num contexto histórico de crescimento da pós-modernidade em contestação para com a razão moderna, e do modelo de ciência tratada tradicionalmente e assumida hegemonicamente pela academia. Assim, crescem as reivindicações pela entrada de “novos atores sociais” nas decisões científicas, mas que, sem dúvidas, foram se impondo na medida em que as contradições do modo de produção capitalista iam se acirrando. Surge nesse contexto a chamada “revolução verde” em detrimento da revolução da classe trabalhadora; para tanto, nega-se as “metanarrativas” culminando na perda de nossas crenças em visões totalizantes da história, que prescreviam regras de condutas políticas e éticas para toda a humanidade (LYOTARD, 2002). Assim, entram em cena as “múltiplas narrativas”, fomentando uma pluralidade pedagógica à educação escolar. O resultado de tudo isso, a nosso ver, foi a entrada avassaladora do controle da ciência e tecnologia pelo mercado, na sua grande maioria administrado (sob todos os aspectos) por organizações não governamentais, contudo, alimentadas por recursos públicos; e pela financeirização do capital aos organismos governamentais que promovem a ciência e a tecnologia (LEHER, 2019). O resultado desse movimento na escola básica foi o da entrada de pedagogias hegemônicas, tais como as “pedagogias de projetos”, “das competências”, do “professor reflexivo”, da “resolução de problemas” etc. que introduzem a ideia do aluno/pesquisador, e do professor como facilitador de conhecimentos, mas que nega os fundamentos científicos para isso (já que todos os saberes têm a mesma relevância). O resultado mais atual está no fato de escolas e universidades da maior parte do mundo estarem comprometidos com projetos e programas que direcionam para a criação de um ambiente educacional parametrizado por metas e objetivos a serem seguidos em nome de manter a



sustentabilidade do planeta sem declinar a lógica produtiva, mas que na verdade, reafirmam a sustentabilidade sociometabólica do capital (MESZAROS, 2006).

Ainda nesse contexto, a LDBEN 9.394/96 consolida o prosseguimento dos estudos para a aquisição de conhecimentos como preparação básica para o trabalho e a cidadania, incluindo a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do educando, de modo a torná-lo capaz de se adaptar com flexibilidade às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento impostas pelo mundo do capital ao trabalho (BRASIL, 1996).

Em 1998, o Ministério da Educação colocou à disposição da comunidade escolar, o documento intitulado Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), uma proposta de reorganização curricular coerente com o ideário presente na Lei nº 9.394/96. Uma Base Nacional Comum Curricular passou a ser intencionada, preconizando a formação integral do aluno, de maneira a adotar uma trajetória escolar voltada para a construção de seu projeto de vida e coadunada com o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem os modos de produção (BRASIL, 2006).

Entra em jogo a formação de uma personalidade mais centrada no indivíduo, na subjetividade, capacitada e flexível para dar conta das incertezas da lógica produtiva em curso e capaz de ajustar-se às condições de uma sociedade em que as próprias necessidades de sobrevivência não estavam garantidas (SAVIANI, 2019b).

Assim, a educação brasileira investia na autonomia intelectual do aluno, sem perder o senso crítico e o olhar atento às questões sociais, mas com um esvaziamento epistemológico do pedagógico e com uma ligeireza no domínio curricular para com a educação em ciências.

A ciência e a tecnologia, em suas articulações com o mundo contemporâneo, passam a ser compreendidas pelo seu descentramento e pela desconstrução de ideias basilares que anteriormente as definiam em relação com a sociedade. Captar a essência desse processo exige um diálogo com a complexidade, com as contradições históricas, com a totalidade como momento epistemológico<sup>15</sup>, de modo que não se pode perder o movimento em sua processualidade. Assim, influenciado pelo paradigma pós-moderno, o pensamento pedagógico brasileiro que buscou fundamentar uma educação em ciências para esse período, tornou-se obscuro. Segundo Saviani (2019a; 2019b), as pedagogias pós-modernas lançaram mão de expressões intercambiáveis e suscetíveis de grande volatilidade como discurso e prática, que se constituíram como novas concepções de mundo gestadas por novas terminologias do tipo “neo”, tais como o “neoprodutivismo”, “neoescolanovismo” e “neoconstrutivismo”. Saviani, ao refletir sobre os desafios da ciência e da educação na sociedade contemporânea, traça as linhas básicas de identificação dessas novas categorias contemporâneas e assim define esse momento histórico do final do século XX, de que ao “pensamento pedagógico brasileiro, sobrevém grande inflexão: os anos de 1990 serão marcados pelo abandono daquela expectativa há décadas acalentada e a ciência passará de objeto de desejo dos educadores, a motivo de suspeita” (*idem*, 2019b, p. 50).

Passa a circular então, uma nova concepção de mundo que se torna hegemônica como discurso científico, de ensino e de pesquisa. Diferentemente da modernidade que pautava seu discurso na razão, essa nova fase é marcada pela desconfiança na razão. Agora a ciência passa

---

15 “Totalidade significa: realidade como um todo estruturado, dialético, no qual ou do qual um fato qualquer (classe de fatos, conjunto de fatos) pode vir a ser racionalmente compreendido. Acumular todos os fatos não significa ainda conhecer a realidade; e todos os fatos (reunidos em seu conjunto) não constituem, ainda, a totalidade”. (KOSIK, 2002, p. 44 apud GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p.97).

a ser um conhecimento relativizado em relação a outros modos de conhecimento da realidade. Com a razão posta de lado para a compreensão do real, a ciência fica desprovida em sua capacidade de estabelecer princípios explicativos que nos permitem compreender como o mundo está constituído. Não se trata de descartar a ciência e o ensino como práticas sociais, mas de imprimir uma profunda e radical metamorfose em seus significados como produção de conhecimento. A função ideológica como expressão de interesses, antes subordinada ao conhecimento da realidade, agora se torna volátil e é até mesmo excluída desse processo como elemento definidor dessa realidade, impulsionando a ciência como empreendimento exclusivo dos interesses e necessidades do capital. A racionalidade científica deixa de ser o elemento definidor da cientificidade praticada, e a racionalidade como discurso, passa a ser relativizada ou até mesmo desprezada, como critério dessa cientificidade. Aprofunda-se assim, e se intensifica ainda mais, a conversão da ciência e da educação como discurso em prol dos parâmetros eficientes da produção, ou até mesmo como forças produtivas de interesses particulares do grande capital (HARVEY, 1992; JAMESON, 1997; SAVIANI, 2019b).

Como vetores em educação, essas contradições passaram a compor o cenário caótico de fundamentações teóricas em pesquisas sobre os modos de ensino e os critérios de seleção de conteúdos que deveriam ser ensinados em ciências. Bem como a relativização da compreensão sobre a natureza e especificidade da educação para os sujeitos que ensinam e que aprendem.

Entretanto, um aspecto comum a esses modos que se constituem como práxis educativas no ensino de ciências é a ausência da perspectiva de superação da sociedade capitalista, traduzida numa relação idealista entre educação e sociedade, via educação escolar. Essas concepções de mundo constituem ideias comuns e reafirmam as pedagogias hegemônicas do “aprender a aprender” na atualidade (SAVIANI, 2019b; DUARTE, 2004, 2008b, 2016; SAVIANI; DUARTE, 2012). Nas duas últimas décadas, conforme Duarte (2001), o debate educacional tem se caracterizado por uma quase total hegemonia dessas pedagogias, com destaque para as suas denominações específicas como o construtivismo interacionista, a pedagogia do professor reflexivo, a pedagogia das competências, a pedagogia dos projetos e a pedagogia multiculturalista, ratificando a concepção idealista entre educação e sociedade.

O adjetivo “idealista” é usado aqui não com referência à adesão a ideais, mas com referência ao princípio segundo o qual os problemas sociais são resultados de mentalidades errôneas, acarretando a crença de que a difusão pela educação de novas ideias entre os indivíduos, especialmente os das novas gerações, levaria à superação daqueles problemas. Por exemplo, a violência crescente na contemporaneidade poderia ser combatida por uma educação para a paz. A destruição ambiental poderia ser revertida por programas de educação ambiental. O desemprego poderia ser superado por uma formação profissional adequada às, supostamente, novas demandas do mercado de trabalho ou pela difusão da ideologia do empreendedorismo. Esse idealismo chega ao extremo de acreditar ser possível formar, no mesmo processo educativo, indivíduos preparados para enfrentar a competitividade do mercado e imbuídos do espírito de solidariedade social. (DUARTE, 2010, p. 35).

Outro problema dessa concepção de mundo seria o romper com a consciência pedagógica segundo a qual a realidade humana é constituída de partes que se unem por

relações materiais contraditórias e determinadas pela essência da totalidade social, mas sim por acontecimentos casuais, fortuitos e inacessíveis ao conhecimento racional como práxis humana. Trata-se da negação da perspectiva dialética e de totalidade sócio-histórica, em que é o acaso da vida de cada sujeito que determinaria o que é ou não relevante para a sua formação como sujeito humano-social. Daí decorre um dos princípios centrais das pedagogias hegemônicas contemporâneas: o relativismo. Epistemologicamente isso define que o conhecimento é dependente do lugar que o sujeito cognoscente ocupa em sociedade, onde a realidade a ser compreendida se confunde com a particularidade do sujeito e de seu mundo, não havendo possibilidades à universalidade e à objetividade do conhecimento. A educação escolar e o conhecimento científico, assim entendido e a ser difundido, se limitariam ao efêmero e/ou ao cotidiano da realidade escolar do educando. Destarte é preciso compreender que o conhecimento científico não se impõe por si mesmo e de que seus resultados não poderão mais impor-se de modo evidente e triunfante em sociedade, principalmente sob a lógica do capital (JAPIASSU, 1986; DUARTE, 2010).

Frente a esse relativismo científico no campo da teoria e as contradições concretas no quadro da educação brasileira, como o desinteresse dos estudantes pela ciência e a falta de carreiras com sólida base científica como formação, contrastava a emergência na solução de questões científicas e tecnológicas de base social. Essas contradições abriram caminho para o revigoramento de antigos posicionamentos em educação em ciências, como a alfabetização científica, por exemplo, mas sem lograr a perspectiva transformadora e de mudança como concepção de mundo.

Apesar desse quadro epistemológico, não podemos desconsiderar o avanço material e tecnológico, em escala planetária, oferecido pela consolidação do sistema de acumulação do capital através de seu viés neoliberal. Que em sua lógica reformista do Estado e de ajustes estruturais como política monetária, flexibilizaram as transações financeiras, derrubaram barreiras alfandegárias para as transações comerciais, mas intensificaram a pauperização das relações de trabalho e intensificaram ainda mais as desigualdades na população mundial. Tudo isto repercutiu diretamente na “comodificação” da educação pela ofensiva do capital e tornou ainda maior o desafio em popularizar a defesa da educação pública no país como política de Estado (LEHER, 2019).

Esperamos que as reflexões desse texto possam favorecer para uma compreensão do ensino de Física e da Educação em Ciências como práticas educativas e momentos de pesquisa sem, entretanto, deixar de relacionar essas considerações com a totalidade das dimensões ideológicas, políticas e econômicas que fazem parte da historiografia da educação brasileira. Que essas reflexões não se transformem em discursos vazios, livres de sua conexão e compromisso com a realidade, principalmente pelo momento decadente de política pública que atravessamos atualmente no país. Mas que sirvam de pautas para a consolidação de pensamentos e práticas críticas e transformadoras em educação.

### **3.3 – O CONTEXTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DO MOVIMENTO CIÊNCIA – TECNOLOGIA – SOCIEDADE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Segundo Penha (2012), o termo “alfabetização científica” foi cunhado na década de cinquenta do século XX, e provavelmente apareceu impresso pela primeira vez em uma publicação de Paul Hurd, de 1958, intitulada “*Science Literacy: Its meaning for American Schools*”, como uma proposta de reformulação da educação científica escolar influenciada

pelos avanços científicos e tecnológicos do período pós-guerra, como já mencionamos anteriormente.

Entendemos por alfabetização científica as formulações propostas por Auler; Delizoicov (2001) e CHASSOT (2000), nas quais, mesmo abarcando um espectro bastante amplo de significados, esse conceito reflete o desejo de uma formação científica do indivíduo/cidadão, a partir de uma formação escolar que lhe garanta a competência em saber reconhecer, comunicar e usar socialmente o conhecimento científico.

Luján *et al.* (1996 *apud* TEIXEIRA, 2003), afirmam que nos países capitalistas centrais, a partir da metade do século XX, cresceu o sentimento de que os avanços científicos e tecnológicos não estavam conduzindo a sociedade a um desenvolvimento econômico e de bem-estar social conforme o esperado, na forma linear e direta como haviam prometido seus defensores.

A degradação ambiental, a escassez dos recursos naturais, a ameaça nuclear, bem como os riscos de epidemias e a escassez de alimentos, fizeram crescer a desconfiança na tríade Ciência & Tecnologia (CT) no século XX, tornando o modelo de desenvolvimento por elas implicadas, alvo de debates políticos e de um olhar mais crítico para as suas realizações. Houve, portanto, nesse período, um movimento reivindicando um redirecionamento em CT.

Para esse movimento, a ideia de que o desenvolvimento da CT levaria a um crescimento econômico e que resultaria num desenvolvimento contínuo de bem-estar social à população, resolvendo os problemas criados no percurso, soava como uma falácia e deveria ser revisto. Portanto, uma mudança quanto a essas postulações deveriam ser tomadas, todavia, sem deixar de garantir o sucesso esperado da concepção anterior questionada.

Assim, as ideias que fundamentam a alfabetização científica têm acompanhado as transformações históricas de cada contexto dos países, apresentando peculiaridades que as qualificam, seja nos países mais centrais à lógica do capital ou nos periféricos. Dessa forma, difundiram programas de formação para novos cientistas, criaram propostas curriculares mais participativas para a educação formal, ou fomentaram políticas públicas com a intenção de promover uma cultura científica cidadã. Essas ações, vinculadas à relação entre educação e cidadania, expressam uma marca indelével ao movimento e uma tendência hegemônica de educação como cultura científica (LINSINGEN, 2007).

Cabe expressar aqui, que esse comprometimento da alfabetização científica na formação de um cidadão mais crítico e responsável para os dilemas sociais, seja na resolução dos problemas da vida prática imediata dos sujeitos, ou com os problemas mais universais de seu tempo histórico, são para seus defensores, respostas aos problemas enfrentados em sociedade assim como percebidos imediatamente de seu lugar comum no mundo, ou seja, conforme sua perspectiva de classe ou concepção hegemônica de mundo adotada pelo movimento. Para além dos aspectos lógicos e formais que caracterizam o conhecimento científico, a abordagem da educação em ciências através da alfabetização científica, quando não rompe com essa postura hegemônica, acaba adotando uma dimensão formativa que valida os “modos-de-ser” deste “mundo hegemônico”, não questionando as estruturas históricas de produção do conhecimento pela ciência e de seu viés produtivos através da lógica produtivista do capital. Não devemos jamais ignorar a perspectiva de classe de um movimento, quando tomamos a dimensão da história como referencia para se desvelar o conhecimento a ser ensinado (SAVIANI, 1996).

Segundo Linsingen (2007 *apud* SANTOS, 2011); Aikenhead (2009); Santos e Schnetzler (2010), o movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) se caracteriza pela

ampla discussão pública sobre políticas de CT que surgiram em função de uma mudança na concepção do papel da ciência em sociedade, como também em função de problemas socioambientais gerados pelo viés político-econômico da CT. Vale ressaltar, que por conta dessas variáveis, alguns pesquisadores denominam o movimento de CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) evidenciando a dimensão ambiental e sustentável nas discussões críticas sobre CT. Apesar de compreendermos essa terminologia e aceitarmos a inclusão da dimensão ambiental e sustentável nessas discussões, faremos preferência pelo uso e aplicação do termo CTS para interpretar e incluir todas essas dimensões na discussão.

Auler (2003, p.70), sobre o programa CTS como movimento, assevera que:

Um dos objetivos centrais desse movimento consistiu em colocar a tomada de decisões em relação a CT num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Essa nova mentalidade/compreensão da CT teria contribuído para a “*quebra do belo contrato social para a CT*”. Qual seja, o modelo linear de progresso. Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem estar social).

Para o autor, era necessário mudar esse modelo tradicional e linear de progresso que apenas tornavam aceitáveis e válidas as decisões tomadas pelas esferas mais elevadas de governabilidade, ou de empresas e instituições por suas dimensões técnicas, excluindo-se a possibilidade de participação de mais atores sociais no planejamento ou em decisões que envolvessem CT em sociedade. Em linhas gerais, expresso sob diversas intenções, podemos dizer que o movimento CTS repercutiu mais significativamente como movimento político ou educacional em contextos bem mais industrializados, nos quais as condições de participação política da população estavam mais consolidadas e razoavelmente satisfeitas, como a de alguns países capitalistas centrais, por exemplo.

Para Strieder e Kawamura (2017), essa pluralidade de intenções também se refletiu na pluralidade em que foram encaminhadas as questões CTS em educação, e está mais pretensamente relacionada aos diferentes universos de pesquisas e aos espaços pedagógicos em que ocorrem os relatos de pesquisa, do que aos encaminhamentos metodológicos dados às atividades de ensino-aprendizagem.

Diante desse quadro, é bastante improvável que possa haver uma compreensão única sobre como trabalhar tais questões, de forma articulada, sob um ponto de vista educacional. Sendo assim, a polissemia pode ser entendida como inerente ao movimento, refletindo a própria complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, conferindo à educação CTS uma abrangência mais expressiva, abrindo um leque de possibilidades para a inserção de propostas dessa natureza nos diferentes níveis de ensino (...). Entendemos que as propostas de educação CTS têm diferentes valores implícitos e contribuições educacionais distintas, as quais (...), não podem ser ignoradas ou subestimadas (STRIEDER E KAWAMURA, 2017, p. 29).

O conceito de movimento polissêmico, marcado por uma pluralidade epistemológica e com distintas contribuições metodológicas, como o aqui exposto para a educação CTS, parece-nos uma ideia de movimento que não compreende bem, ou não define precisamente a relação entre conteúdos, ensino e métodos em pedagogia. Compreendemos que os conteúdos são os objetos do trabalho pedagógico, de modo que cabe a escola e ao professor tornar esses

conteúdos assimiláveis pelo aluno; a finalidade do método é o ensino e a aprendizagem de um dado conteúdo; e a realização completa de ambos só é possível como finalidade de uma ação pedagógica explicitamente determinada e compreendida pelo professor em seu trabalho educativo.

Para nós o movimento CTS é uma forma de reivindicação ou interesse de mudanças que está relacionado a situações de intervenção social, mas que, sem apreender os instrumentos pedagógicos necessários que o levariam a subverter a realidade material e objetiva de sistemas educacionais debilitados e historicamente constituídos, ele não alcança as mudanças necessárias em sociedade através da escola.

No Brasil, Krasilchik (1980; 1987) e Fracalanza (2006), afirmam que desde 1950 na educação formal, o ensino das disciplinas científicas vem sendo transformado significativamente, tanto com a inclusão de tópicos relativos à CT, com incremento de carga horária para as disciplinas científicas, quanto em recomendações curriculares, alinhadas às propostas reformistas do movimento CTS.

Conforme já mencionamos anteriormente, e de acordo com os referenciais bibliográficos que recorreremos (ALMEIDA, 1979; 1980; PENHA, 2012; REIS, 2013; NARDI, 2009; 2020), já na década de 1970 no Brasil, tínhamos materiais que incluíam implicações sociais em CT, entretanto, sem usar a denominação CTS, o que só surgiu no final dos anos oitenta e cresceu significativamente na década seguinte do século XX. Penha (2012) destaca a convergência de propostas entre os documentos oficiais brasileiros para o Ensino Médio e as temáticas CTS para a educação como movimento, proporcionando maior flexibilidade didática à prática docente e maior contextualização curricular ao ensino das disciplinas científicas, fomentando uma pluralidade pedagógica à educação escolar.

Para Nardi (2009), Nardi e Castiblanco (2014) é evidente a necessidade de um “pluralismo”, tanto pedagógico como de dimensões do sujeito, como alternativas para se pensar o ensino e a aprendizagem em ciências, em virtude dos contextos tomados como prática de ensino ser extremamente diversificados. Tal fato enfatizaria a necessidade de uma multiplicidade de perspectivas teóricas a serviço do ensino e da aprendizagem, o que permitiria ao professor e ao pesquisador compreender de forma mais rica as relações entre o conhecimento científico e o trabalho educativo necessário. Para estes autores, os processos e contextos que caracterizam o ensino de ciências são complexos e qualquer prática educativa que exclua essa multiplicidade de alternativas plausíveis, torna empobrecedor o ensino.

Santos (2007a, p. 478) nos chama atenção para os diferentes enfoques dado a educação científica CTS, enfatizando que enquanto alguns autores defendem “a educação para a ação social responsável, a partir de uma análise crítica sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia, outros passaram a defender a compreensão da natureza da atividade científica como aspecto central na educação científica”. Assim, segundo o autor, diferentes dimensões podem ser atribuídas para uma Educação em Ciências, tais como: a) foco no conhecimento do conteúdo científico e na habilidade em distinguir ciência de “não ciência”; b) atenção no conhecimento do que vem a ser ciência e suas aplicações; c) centralidade na habilidade de usar conhecimento científico para a solução de problemas e na habilidade para pensar cientificamente; e) compreensão da ciência e nas suas relações com a cultura, bem como dos riscos e benefícios da ciência em sociedade; h) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas (*idem*, 2007b).

Outro ponto definidor, que caracteriza para nós metodologicamente a Educação CTS a partir dos autores analisados, é a “situação-problema”. Tomado como princípio metodológico

e definido a partir de situações concretas que possam envolver conceitos científicos, esse posicionamento metodológico, fez surgir na educação CTS, o protagonismo do educando e a valorização das interconexões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Como um marco epistemológico, embasou projetos curriculares de ciências e fez constituir um extenso número de pesquisas acadêmicas, chegando a se constituir como uma linha de pesquisas em Ensino de Ciências (SOLOMON, 1993; SOLOMON e AIKENHEAD, 1994; CACHAPUZ *et al.*, 2008; GIL PÉREZ, 1996).

Segundo Diogo e Gobara (2008), Gil Pérez e Carvalho (2012), os professores de ciências no Brasil, mais especificamente das ciências ditas naturais (física, química, biologia e matemática), são historicamente formados por conhecimentos em suas disciplinas científicas isoladas, com ênfase em conteúdos científicos específicos e não comunicáveis entre si, ou com outros campos do saber. E como consequência, eles também não foram preparados para trabalhar em sala de aula os aspectos da realidade que envolve problemas sociais, políticos e éticos concomitantes ao progresso científico e tecnológico em sociedade. O impacto de questões controversas trazidas pela dinâmica ciência e sociedade, como as de problemas ambientais, armas nucleares, epidemias, consumo e escassez de recursos energéticos, que exigem critérios valorativos e éticos quando integrados a currículos educacionais com ênfase nas interrelações entre Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS), é que fizeram surgir uma nova proposta de Educação em Ciências que, segundo Auler e Delizoicov (2001), Aikenhead (2009), Santos e Mortimer (2000; 2009), são geralmente denominadas por *socioscientific issues* (SSI), que podem ser traduzidas por “questões sociocientíficas” (QSC), “aspectos sociocientíficos” (ASC) ou “temas sociocientíficos” (TSC), conforme a orientação epistemológica de seus autores.

As questões aferidas nessa abordagem QSC exprimem conteúdos de “natureza controversa” em ciência e tecnologia. Além disso, os temas controversos pressupõem uma abordagem em que os aspectos de conteúdos das disciplinas científicas estejam diretamente relacionados aos fatores econômicos, políticos, sociais e até mesmo históricos. Mais especificamente, a abordagem dos temas controversos em atividades de ensino de física, por exemplo, traduz-se em uma tentativa de evitar concepções ingênuas da problemática científica em sala de aula, onde os conceitos físicos são tratados numa perspectiva utilitária, com aspirações éticas, políticas e ecológicas (SILVA; CARVALHO, 2007).

Podemos perceber das análises realizadas em textos sobre pesquisas com essa abordagem QSC, que o conhecimento científico e tecnológico, quando problematizados como conteúdos de ensino pela prática docente em disciplinas escolares, ele pode extrapolar o campo meramente instrumental e pragmático como conhecimento. Assim, sob essa ótica, percebe-se que ele pode impactar a dinâmica escolar tentando abarcar diversos contextos educativos, envolvendo uma variedade de meios e programas de colaboração multidisciplinar que, como atividades pedagógicas, enfatizam a dimensão social da ciência e da tecnologia, rejeitam a imagem da ciência como atividade neutra e salvacionista e estabelecem certa crítica à concepção tecnocrática em decisões (CEREZO, 1998; AULER; BAZZO, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2001; LINSINGEN, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2013).

Para essa abordagem QSC que se configurou como uma proposta de educação em CTS, as inserções de temas sociocientíficos e de questões controversas de natureza ética ou moral, fazem parte de um programa com objetivos mais amplos do que a mera discussão de conhecimentos científicos e tecnológicos. Em alguns exemplos, segundo seu defensores e dependendo da competência docente em cada caso, há intenções em promover a consciência

crítica do educando para o engajamento de ações sociais mais amplas e responsáveis, de modo a qualificarem, ética e moralmente, essas mesmas ações, para que demandem conhecimento científico em seu uso no cotidiano (SANTOS & MORTIMER, 2000).

Auler (2011) nos adverte que na Educação em Ciências, particularmente no âmbito do movimento CTS, surge uma tensão entre postulações mais democráticas, humanizadoras e aquelas mais pragmáticas e tecnocráticas. Ainda segundo o autor, os próprios pesquisadores e educadores do campo CTS estão historicamente envolvidos por essa tensão em seus trabalhos, efetivamente requerendo uma constante vigilância de suas intenções no decorrer de suas ações educativas. Para Auler, “a busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo CT, parecem conter elementos comuns a matriz teórico-filosófica do educador Paulo Freire” (*idem* p.74), que contribuem para a constituição de parâmetros mais humanizantes e humanizadores de educação CTS em Ciências.

A dimensão ética, o projeto utópico implícito em seu fazer educacional, a defesa da vocação ontológica do ser humano em “ser mais” (ser sujeito histórico e não objeto), eixos balizadores de sua obra, conferem, ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de “reinvenção” da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que se encontram imersos na “cultura do silêncio”, submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos (AULER, 2011, p.75).

Indo de encontro à superação das concepções ingênuas e espontâneas que enfatizam a neutralidade da CT em sociedade, tais como a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, que elimina a participação do sujeito político no processo de decisão e determina a figura do *expert* (especialista/técnico) para a solução das decisões, o autor defende modos de ensino que combatam a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT, que ignora os conflitos e os embates sociais em que a CT são concebidas ou utilizadas, bem como o determinismo tecnológico como discurso e prática social, que esconde o jogo de interesses particulares de determinados atores sociais em decisões sobre CT em sociedade (*ibidem*, 2011).

A defesa do determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana, exercendo o efeito de um mito paralisante. Com a aceitação passiva dos “milagres” da tecnologia, com a adesão ao sonho consumista, a humanidade, como um todo, está perdendo a chance de moldar o futuro. Em outros termos, as visões desencadeadas pelas novas tecnologias impedem a compreensão da tecnologia como processo social, no qual estão embutidos interesses, na maioria das vezes, de grupos econômicos hegemônicos (AULER, 2011, p. 77).

Nesta mesma linha interpretativa, de acordo com Santos & Mortimer (2009), as questões ditas sociocientíficas preconizam que os conhecimentos científicos e tecnológicos, quando tomados em seus aspectos controversos em sociedade e transformados em conteúdos escolares, podem dar conta criticamente da dimensão política das relações sociais de produção, e que, comprometido com uma formação cidadã dos educandos, podem transformar a sala de aula no *locus* de transformação social. Autores como Ramsey (1993), Watts *et al.* (1997) e Pedretti (1997; 2003) propõem que a abordagem de QSC é uma forma dos educadores trabalharem temas político-sociais em CT, tais como: natureza da ciência e da



tecnologia, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica, ação responsável e sustentabilidade. Diferentemente do que vimos com a PHC, Auler (2011) e os diferentes autores que aqui fundamentam uma educação CTS baseada na abordagem de QSC, defendem que devemos valorizar a problematização de questões sociocientíficas de uso cotidiano no ensino das disciplinas científicas em salas de aula, como forma de combater uma educação que valoriza o determinismo tecnológico, pois, segundo eles, essa “problematização” deve ser encarada como possibilidade de construção crítica para processos de participação social e democrática perante as determinações historicamente já estruturadas pela CT em sociedade. Para nós, esses argumentos não parecem estar de acordo com as contradições reais e materiais enfrentados pelo cotidiano dos cidadãos, e também não parecem enfrentar criticamente as contradições do processo sociometabólico do capital vivenciados pela educação através da CT, muito menos numa perspectiva histórico-crítica, como veremos mais adiante.

Continuando a nossa sistematização teórica sobre educação em ciências no contexto da alfabetização científica e da educação CTS, encontramos em diferentes documentos oficiais da educação brasileira, várias referências que se relacionam diretamente aos objetivos de uma abordagem de QSC para a educação, principalmente no tocante à formação cidadã, à resolução de problemas e ao viés crítico em ciências. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996), em seu artigo 22, estabelece como finalidade para a Educação Básica, “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (p. 30). De forma complementar, como etapa final da Educação Básica nacional, a LDBEN em seu artigo 35, tem como finalidades para o Ensino Médio:

- III - O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Este artigo e outros foram recentemente alterados ou complementados pela Lei 13.415 de 2017, onde se instituiu uma Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017). Essa proposta redefiniu direitos, objetivos e aprendizagens no Ensino Médio, como por exemplo, a organização do ensino por áreas de conhecimento, a criação de itinerários formativos para as disciplinas científicas e o reconhecimento do notório saber através de uma formação pedagógica complementar. Em consequência, no artigo 36 da LDBEN, onde se destacava para o currículo do Ensino Médio – “a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania.” (BRASIL, 1996) – foi modificado pela Lei 13.415 de 2017 que instituiu a BNCC. Isto substituiu a redação anterior por arranjos curriculares de campos do saber e suas competências, ajustando a finalidade do currículo para a qualificação peremptória ao mundo do trabalho e destituindo a intencionalidade de sua relação com a natureza da ciência e da tecnologia numa perspectiva histórico-social crítica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN e suas atualizações (BRASIL, 1999; 2002), que tínhamos como principal referencial curricular, também continham elementos de uma tendência de educação CTS. A versão para o Ensino Médio explicita em sua página de apresentação que as transformações que ocorreram no Brasil em função da consolidação do

regime democrático, da imersão de novas tecnologias e demais mudanças que impactam o cenário contemporâneo, “exigem que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho” (p.36).

Complementarmente como reforma curricular, no anseio de atender às demandas educacionais de sua época, e sob o pretexto e objetivo de facilitar a organização do trabalho na escola, sob a alegação de que os PCN do Ensino Médio deu pouca contribuição na articulação das competências gerais com os conhecimentos disciplinares, é lançado no ano de 2002, o PCN+ (BRASIL, 2002). O documento apresenta um conjunto de sugestões práticas complementares de cada área do conhecimento, com a intenção de tornar menor a distância entre a proposição das ideias oficiais e sua execução em sala de aula. Na parte do documento que diz respeito às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, percebemos descrições nas quais está evidente a correlação com a proposta CTS no ensino de ciências: “(...) Abordar ciência e tecnologia, ética e cidadania a fim de reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania” (p. 29).

Ainda sobre os documentos oficiais na ótica da educação CTS, Santos (2007b) nos chama atenção para o modo como é classificado pedagogicamente a educação CTS, conforme aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) ao tentar classificá-la no quadro das tendências de ensino de ciências naturais, frente ao quadro das tendências pedagógicas no Brasil:

No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área. (BRASIL, 1998, p.20-21).

Analisando essa perspectiva a partir de Saviani (2019b), Duarte (2016), Gama (2015) e Malanchen (2016), compreendemos que o processo que resultou na BNCC atual, mesmo considerando o espaço de lutas travadas entre as posições progressistas contra forças conservadoras em educação, assim como as políticas curriculares nacionais desde os anos 1990, temos que todo esse processo se constituiu mais alinhado a ideais neoliberais e pós-modernos vinculados aos interesses da classe empresarial do que aos interesses da classe trabalhadora ou da população em geral. Destarte a colocação de Santos (2007b), temos que o movimento de Educação para a Ciência, em seus mais diferentes matizes e ao longo das últimas décadas, tem muito mais reafirmado as contradições da realidade social do que estabelecido uma crítica radical ao *modus operandi* da CT como forças produtivas em sociedade, principalmente quando afirmam acriticamente como um dos objetivos essenciais e imperativo social para educação formal, a questão da formação para a cidadania.

Como resultado das discussões apresentadas na mesa *BNCC: algumas reflexões a partir da pedagogia histórico-crítica*, realizada durante o Congresso *Pedagogia Histórico-Crítica: em defesa da Escola Pública e Democrática em tempos de Projetos de “Escolas sem Partidos”*, que ocorreu de 11 a 13 de julho de 2018, na FCT/UNESP de Presidente Prudente-

SP, temos o texto de Pina e Gama (2020), onde são discutidos os princípios que estão presentes na formulação da Base Nacional Comum Curricular, demonstrando o predomínio do receituário neoliberal e pós-moderno no documento e de como a classe empresarial tem atuado na política educacional brasileira para subordinar a escola pública à tendência de apropriação privada das formas mais desenvolvidas dos conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos produzidos pela humanidade. Fato já observado nas reformas curriculares mais recentes no Brasil a partir da Declaração Mundial sobre Educação para Todos, na década de 1990. Pina e Gama apontam como a BNCC é uma continuidade, em seu referencial teórico-metodológico, sua estrutura e princípios, das políticas curriculares nacionais anteriores, como os PCNs, o programa Currículo em Movimento<sup>16</sup> e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) da educação básica; como bem analisa Malanchen (2018, p.19), ao compreender a relação entre ciência e sociedade sob o enfoque neoliberal, o que resulta em consequência, em um grande esvaziamento da escola:

[...] a fragmentação ocorrida no mundo trabalho, direcionada pela ideologia neoliberal (produção flexível, mercado consumidor segmentado, crise do sindicalismo e fragmentação da classe operária, fragmentação do sujeito e do discurso político), reflete-se no campo epistemológico e pedagógico por meio do discurso de que é impossível qualquer possibilidade de captação do real e da história em sua totalidade. Sendo tal cientificismo uma herança eurocêntrica, colonizadora e ultrapassada, deve-se portanto ser valorizada a experiência individual, o conhecimento tácito, o cotidiano, a realidade imediata, ou seja, a cultura de cada grupo.

Considerando o nosso posicionamento em fundamentar uma proposta de educação histórico-crítica, onde se defende que a “análise sobre a implementação de políticas curriculares deve levar em consideração o movimento real do processo histórico, envolvendo tensões, contradições e disputa entre as classes sociais” e que por isso, “devem estar presentes questões de ordem política, ideológica e pedagógica” (MALANCHEN, 2016 *apud* MALANCHEN *et al.*, 2017, p. 118), reconhecemos que isso só pode resultar num grande esvaziamento da escola, negando às novas gerações os conhecimentos historicamente sistematizados e referenciados na prática social humana. Como vemos em Palma Filho (1998) e Teixeira (2011) a exemplo disso, a questão da educação para a cidadania não se coloca mais como um simples dilema da prática educativa, mas sim como um imperativo social e projeto ideológico de mundo, esvaziando a educação escolar também de seu potencial na instrumentalização das pessoas para a transformação política e social.

Como já vimos ao discutir a PHC, essas relações acabam resultando no empobrecimento do racional, na desqualificação do conhecimento científico como conhecimento de compreensão do mundo, impedindo os sujeitos de olharem mais longe e indagar sobre os caminhos da humanidade e em que se transformou a vida humana, chegando

---

<sup>16</sup> Segundo Marsiglia; Pina; Machado; Lima (2017, p. 121), o programa foi criado em 2009 com o objetivo de construir as novas diretrizes curriculares nacionais para a educação básica. De acordo com Malanchen (2016), a partir do programa foram desencadeados pelo país uma série de atividades, culminando no mês de novembro de 2010, com o I Seminário Nacional Currículo em Movimento, realizado em Belo Horizonte. Do seminário resultaram seus Anais, que trazem na primeira parte uma avaliação por amostragem de propostas pedagógicas para a educação infantil, ensino fundamental e médio de diversos municípios e estados do Brasil. Na segunda parte, foram publicados 28 textos de pesquisadores da área do currículo tratando de questões ligadas ao currículo da educação infantil, do ensino fundamental e médio.

a alguns casos, como também já mencionamos, de uma suspeita da razão e da ciência como conteúdo social. Contra essa postura a PHC sinaliza com a valorização dos conteúdos clássicos como direcionamento do processo educativo:

No sentido referido, o estudo crítico dos grandes filósofos, isto é, dos clássicos da filosofia, é uma via de acesso privilegiada à compreensão da problemática humana, o que tem grande valor educativo, já que a educação não é outra coisa senão o processo por meio do qual se constitui em cada indivíduo a universalidade própria do gênero humano. Superando o imediato e o conjuntural e direcionando o processo educativo para os aspectos essenciais e às disposições duradouras, o recurso ao clássico opera, também, como antídoto à polemização do campo pedagógico (SAVIANI; DUARTE, 2012, p. 31 e 32).

Conforme podemos apreender das discussões até aqui, o viés CTS em educação parece querer “recontextualizar” a Educação em Ciências através da “problematização” de situações que envolvem conceitos científicos ou com temas relevantes sobre o papel da ciência e da tecnologia em sociedade (SANTOS, 2011). Para nós, querer compreender esse viés como uma educação progressista é muito ingênuo ou simplório, pois uma postura progressista em educação não pode significar a simples inclusão de temas atuais ou socialmente relevantes ao currículo, e nem a simples discussão aleatória de problemas que envolvam conceitos em ciência e tecnologia, mas, principalmente, entender que assim como a educação sofre com as determinações de ordem político-econômica, ela também pode contribuir para a superação dessas mesmas determinações. Não basta ser progressista no sentido de tomar um conjunto de doutrinas filosóficas, éticas e econômicas baseado na ideia de que o progresso, entendido como avanço científico, tecnológico, econômico e social, é vital para o aperfeiçoamento da condição humana. É necessário desvelar pela crítica radical a complexa dinâmica social em que vivemos, marcada por avanços produtivos em CT, mas também marcada por processos excludentes de extrema miséria social, a eles vinculados. Nesse sentido, a educação escolar que vem sendo duramente questionada, pode também ser o campo mediador na formação de sujeitos que não só apreendem os conceitos científicos historicamente importantes para a humanidade, como também, a partir deles, são capazes de refletir criticamente e contestar os critérios de produtividade e de desenvolvimento material em sociedade. Isto significa questionar os modelos de desenvolvimento, tanto científico como tecnológico atuais, bem como os valores daí ressurgentes, desfazendo o mito do cientificismo construído pelo avanço da lógica produtiva do capital, que ideologicamente ajudou a consolidar a submissão da ciência aos interesses do mercado, ou que tornaram o comportamento humano, ser a lógica da eficácia tecnológica de produção em sociedade (SANTOS, 2007b; NOVAES e DAGNINO, 2004).

Em Frigoto (2006), ao se refletir sobre ciência, técnica e tecnologia, como forças que abarcam as concepções de homem e de sociedade, nós encontramos as mesmas críticas sobre o mito da cientificidade, apenas chamando à atenção para essa crítica que pode conter elementos alienantes ou emancipadores conforme a perspectiva de compreensão:

Dois aspectos interligados, porém igualmente equivocados, têm sido dominantes na visão da ciência e da técnica na sociedade atual. O primeiro é o do fetiche e do determinismo da ciência, da técnica e da tecnologia tomadas como forças autônomas das relações sociais de produção, de poder e de classe. A forma mais apologética desse fetiche aparece, atualmente, sob as noções de ‘sociedade pós-industrial e

sociedade do conhecimento’, que expressam a tese de que a ciência, a técnica e as novas tecnologias nos conduziram ao fim do proletariado, à emergência do ‘cognitariado’ e, conseqüentemente, à superação da sociedade de classes, sem acabar com o sistema capital – pelo contrário, tornando-o um sistema eterno.

O outro viés situa-se na visão de ‘pura negatividade’ da ciência, da técnica e da tecnologia em face da sua subordinação aos processos de exploração e alienação do trabalhador como força cada vez mais diretamente produtiva do metabolismo e da reprodução ampliada do capital. Isso conduz a uma armadilha para aqueles que lutam pela superação do sistema capital de relações sociais, por encaminhar o embate para um âmbito exclusivamente ideológico e/ou por conduzir à tese de que a travessia para o socialismo se efetiva pela degradação e pela miséria social – ‘tese do quanto pior melhor’ – e não pelo aprofundamento das contradições entre o exponencial avanço das forças produtivas e o caráter cada vez mais opaco e antissocial das relações sociais sob o sistema capital. (FRIGOTO, 2006, p. 243 e 244).

As palavras de Frigoto ganham mais relevância quando as ilustramos sob o contexto da pandemia mundial, na qual este trabalho se desenvolveu, principalmente quanto ao que vivenciamos aqui no Brasil. A compreensão trazida pelo autor é a de que a ciência e a tecnologia são alvos de uma disputa de projetos sociais antagônicos, e que a identificação de suas contradições é necessária para a sua superação como modo de produção. Os conhecimentos daí apreendidos como processo educativo, definirão o caráter alienador ou emancipado do humano, da ciência e da tecnologia em sociedade. Isto porque:

A sociedade capitalista, para continuar a existir como tal, precisa lutar contra o que ela gera em seu interior, ou seja, precisa lutar contra a necessidade de sua superação. A reprodução da sociedade capitalista gera possibilidades conflitantes: de um lado o agravamento das forças destrutivas em direção a uma situação incontrolável e talvez irreversível e, no lado oposto, a possibilidade de um enorme salto qualitativo produzido pelo redirecionamento das forças produtivas, tirando-as das mãos da classe dominante, a burguesia, e colocando-as a serviço de toda a humanidade (DUARTE, 2016, p. 13 e 14).

Entretanto, temos como posicionamento muito claro que a educação não é a única agente das transformações sociais, não podendo atuar de forma autônoma ou ser responsável sozinha pela transformação da sociedade. Como participante da prática social mais ampla, a educação, e principalmente a educação escolar, só pode impulsionar as transformações em sociedade articulando-se com outros saberes, grupos ou instâncias da sociedade. Portanto, a educação escolar sozinha não é garantidora das transformações necessárias em sociedade, mas é mediadora, participando com outras instâncias da prática social na superação da ordem atual (SAVIANI, 2019b).

Reafirmando esse papel mediador da educação escolar pela PHC, retornemos a um dos objetivos do movimento CTS para a educação em ciências que não consideramos satisfatório: a postulação de uma educação científica como condição necessária de ser cidadão, tão presente em inúmeros textos de autores e documentos oficiais sobre Educação CTS. Como já mencionamos, nas últimas décadas, educadores de diferentes concepções de educação, bem como documentos oficiais, vêm apontando como um dos objetivos centrais da educação formal, a questão da formação para a cidadania (AULER; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003; UNESCO, 2009). Mas também podemos encontrar autores que sustentam reflexões

críticas em relação a essa tendência, como em Arroyo (1991), Severino (1992), Demo (1996), Palma Filho (1998), Duarte (2004) e Teixeira (2011).

Segundo os autores críticos, a relação entre educação escolar e formação para a cidadania precisa ser analisada com muito cuidado, lembrando que na historiografia da educação brasileira, mesmo em momentos de fechamento político, “a legislação educacional não deixou de mencionar, como principal finalidade do processo educacional, a formação do cidadão” (PALMA FILHO, 1998, p.117). Porém, a crítica desses autores nos convida a refletir sobre o modo como a história e a política educacional tratam essa questão, ocultando na maioria das vezes qual é o paradigma de cidadania que está sendo adotado (TEIXEIRA, 2011). Palma Filho conclui que sob a lógica produtivista em educação, que reflete pedagogicamente os modos hegemônicos do “aprender a aprender” vemos acontecer uma educação como formadora de recursos humanos, que em suas determinações contraditórias reforçam dois modelos de cidadania: “um para as elites condutoras e outro para as massas a serem conduzidas” (PALMA FILHO, 1998, p.118). Como consequência desse processo, a educação escolar se aproxima de potências vinculadas aos interesses produtivos do capital e não das necessidades vitais das massas excluídas (PALMA FILHO, 1998; LIBÂNEO, 1994; TEIXEIRA, 2011).

Pelo modo como se apresenta ou trabalha a questão da cidadania através da abordagem CTS em educação em ciências, compreendemos ser um processo de enculturação, onde os indivíduos devem apreender as exigências da cultura a qual estão inseridos, adquirindo valores e comportamentos que são apropriados ou necessários para serem reconhecidos como cidadãos. Assim, eles devem dominar a linguagem, o modo de pensar, de expressar-se e de justificar os seus argumentos científicos em sociedade. Assim também percebemos que essa prerrogativa de formação para a cidadania encerra uma concepção de mundo, ou visão de mundo, que conforme Duarte (2016, p. 99), “é constituída por conhecimentos e posicionamentos valorativos acerca da vida, da sociedade, da natureza, das pessoas (incluindo-se a autoimagem) e das relações entre todos esses aspectos”. Mas que nem sempre essa mesma prerrogativa é enfatizada radicalmente pela crítica aos conhecimentos objetivos ou mediada por uma concepção pedagógica que leva em consideração o desenvolvimento material que determina as condições materiais objetivas e subjetivas da existência humana em sociedade. Para nós, assim como em Saviani (2019a; 2019b) e Duarte (2016), é daí que sobressai a importância de um trabalho educativo no sentido da conquista de níveis cada vez mais elevados de elaboração consciente da concepção de mundo pela ciência. É nesse sentido, ontológico e dialético, que a educação escolar, as disciplinas escolares, o trabalho docente e a seleção dos conteúdos científicos a serem ensinados, podem contribuir para a elaboração de uma educação cidadã verdadeiramente consciente. Por mais inovadora ou revolucionária que possa ser uma concepção de educação cidadã, ela sempre será a expressão de seu conceito como referenciado pelos conhecimentos objetivos no curso da história humana, com suas contradições, seus conflitos e seus limites. Portanto, esse conceito de cidadania atrelado à concepção de mundo, deve ser compreendido através da relação entre conteúdo e forma, como explicita Duarte (2016, p. 104):

O conteúdo e a forma da concepção de mundo constituem uma unidade, ou seja, não há concepção de mundo que seja apenas conteúdo ou pura forma. Trata-se, porém, de uma unidade contraditória no sentido dialético do termo, ou seja, para que um conteúdo se desenvolva é necessário que ele se apresente numa forma que promova a plena explicitação daquilo que é essencial a esse conteúdo, mas essa plena

explicitação significa também transformação do conteúdo, que passa a não caber mais na antiga forma que o possibilitou seu desenvolvimento. Surge assim uma contradição que pode resultar num estancamento do conteúdo, ou em sua involução, ou então num salto qualitativo resultante do aparecimento de uma nova forma que seja favorável à continuidade da explicitação plena do conteúdo. Compreendendo-se essa unidade contraditória entre conteúdo e forma, entende-se por que o desenvolvimento da concepção de mundo requer a superação por incorporação das formas cotidianas em que se organiza o pensamento. Essas formas, por estarem ligadas às características da prática cotidiana, não permitem que o pensamento trabalhe com conteúdos que expressem os processos mais complexos e essenciais da realidade em movimento. Por sua vez, o domínio das formas mais desenvolvidas de pensamento, como é o caso da elaboração teórica, acontece pela exigência da apropriação, pelo indivíduo, de conteúdos já elaborados pela experiência social.

Podemos admitir, portanto, pelos trabalhos analisados para esse texto, que a abordagem CTS tornou-se um marco da pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e que produziu sistematicamente no mundo acadêmico trabalhos científicos, comunicações em eventos da área, artigos em revistas ou teses e dissertações, contribuindo assim, para a sua incorporação na educação escolar (AULER, 2002; SANTOS, 2007a; 2007b). Junto a essa produção temos uma grande diversidade de intenções e abordagens que o campo CTS tem pautado à educação e que não passou despercebido nos últimos anos por uma avaliação de diferentes pesquisadores da área (SANTOS, 2007a; 2011; AULER E BAZZO, 2001; AIKENHEAD, 2009; CACHAPUZ ET AL., 2008; STRIEDER E KAWAMURA, 2017; AULER, 2011).

O movimento de educação para a ciência esconde a contradição maior que é a manutenção da divisão entre trabalho intelectual e manual necessário ao capitalismo. Essa é a divisão historicamente utilizada pela sociedade de mercado quanto ao papel da ciência e da tecnologia na manutenção das relações sociais de produção dominantes. Houve com isso uma diluição dos “problemas” tecnológicos, impulsionando as discussões do cotidiano na escola: as discussões sobre CT passaram a habitar a escola mais para pensar as “resoluções de problemas” locais, cotidianos, daquela cultura próxima, etc. – trata-se de um movimento polissêmico bem ao gosto da pós-modernidade. Não podemos negar que está contida nesse movimento uma espécie de denúncia do controle tecnocrático e burocratizado da CT pelo Estado, movimento que ganha força no século XX pós Segunda Guerra. Nesse contexto, não podemos esquecer que crescia naquela conjuntura uma crítica (tanto da direita, mas, sobretudo da esquerda) do que ficara entendido como socialismo real. Com a queda do muro de Berlim, a Perestroika, a globalização e expansão do capitalismo monopolista, tudo ficaria implicado nos novos rumos e controles da ciência e da tecnologia, sob o discurso que ganha força: “é preciso democratizar também a CT” – fundamental para a expansão das políticas neoliberais que precisavam abrir infinitos mercados, mas com toda a cobertura do Estado.

Assim, para nós, essas reivindicações em CTS não ameaçam as prerrogativas do paradigma produtivista em educação sob a lógica do capital, e nem desconstrói o mito da cientificidade, seja como movimento social ou tendência pedagógica de ensino, mesmo tendo o educador consciência disso ou não. Primeiro porque entendemos que essas reivindicações não desvelam a força do capital no processo de produção e condução da ciência contemporânea; e nem propõem um projeto pedagógico que compreenda a educação escolar no seu desenvolvimento histórico-objetivo, tendo como premissa a possibilidade de se

articular um ensino cujo compromisso seja a transformação da sociedade e não sua conservação. Conforme Kuenzer (2001):

É indiscutível a força do capital no processo de produção da ciência oficial contemporânea; é ele quem determina os objetos de investigação, financia pesquisadores e instituições, forma recursos humanos de alto nível, produz a “boa ciência” e, principalmente, se apropria privadamente dos resultados, uma vez que essa apropriação é um dos determinantes de sua reprodução ampliada, na medida em que aumenta a produtividade. Este saber, portanto, não é democratizado; no interior do processo produtivo, o trabalhador recebe a “qualificação” que é conveniente aos interesses do capital, não devendo receber nem a mais, nem a menos, desenvolvendo-se um processo de distribuição desigual do saber, ao qual articula-se a escola. (KUENZER, 2001, p. 28).

Por último cabe-nos dizer que as repercussões do movimento CTS na educação brasileira encontraram pedagogicamente um terreno fértil sob o movimento construtivista e seduziu grande parte dos professores brasileiros. Sob esse discurso passaram a exigir da prática educativa metodologias que deslocassem o foco principal dos conteúdos científicos para abordagens que privilegiam individualmente a autonomia cognitiva e a liberdade participativa dos discentes frente aos problemas de interesses sociais imediatos, na garantia de possibilidades de dirimir os conflitos de natureza moral ou tecnocientífica em sociedade (DAGNINO; SILVA; PADOVANI, 2011; SANTOS; AULER, 2011; TEIXEIRA, 2011). Esse construtivismo como pedagogia hegemônica, transformou-se numa redução pragmática do conhecimento científico, manifestado por um utilitarismo como conteúdo escolar sobre o cotidiano como prática social. Segundo Duarte (2010), esse é um dos traços mais marcantes difundidos pelas pedagogias contemporâneas;

[...] não é de estranhar que outra ideia muito difundida pelas pedagogias contemporâneas seja a de que o cotidiano do aluno deve ser a referência central para as atividades escolares. Ou melhor, são considerados conteúdos significativos e relevantes para o aluno aqueles que tenham alguma utilidade prática em seu cotidiano. Soma-se a esse utilitarismo o princípio epistemológico pragmatista de que o conhecimento tem valor quando pode ser empregado para a resolução de problemas da prática cotidiana. O pensador pragmatista norte-americano William James (1907) definiu a verdade como aquilo em que acreditar fosse melhor para nós (“*What would be better for us to believe? This sounds very like a definition of truth*”). Nessa perspectiva, o conhecimento é visto como uma ferramenta na resolução de problemas, e a prática cotidiana determinaria a validade epistemológica e pedagógica dos conteúdos escolares. Atualmente essa ideia é denominada como aprendizagem significativa ou conteúdos contextualizados. Ensinar conteúdos que não tenham utilidade no cotidiano do aluno tornou-se uma atitude antipedagógica. (DUARTE, 2010, p. 37).

Segundo Betty Oliveira (1996), a razão, que vinha sendo duramente abalada desde os movimentos burgueses do século XIX, deu lugar à crença na intuição individual como processo de conhecimento do cotidiano, enquanto caminho para obter-se a objetividade, a verdade. Assim, conforme a autora, ao criticarem os aspectos da sociedade em crise nas suas manifestações mais imediatas, sem, no entanto, analisar os mecanismos intrínsecos às relações sócias de produção que os geravam, concluindo que a condição do indivíduo existente naquela sociedade era a condição do homem de modo geral, como uma condição



universal, eliminou-se de vez a possibilidade de revolução, de transformação da sociedade capitalista. Nesse sentido, como fato histórico de origem político-ideológica, além de não questionarem os modos de produção e nem as relações de produção capitalistas, também não desvelaram as verdadeiras causas da *não-possibilidade* de desenvolvimento de todos os indivíduos dentro de determinadas relações sociais. Como filosofia burguesa do ser humano, essa *razão capitalista* fundamentou as concepções psicológicas e pedagógicas que interpretam o processo de socialização do indivíduo pela escola, enquanto um processo de adaptação, ou de interação para ser mais preciso, do ser individual ao meio social.

Assim, dificilmente o conhecimento apreendido na escola corresponderá à complexidade das relações sociais, o que não deixa de ser um serviço ao capital no seu movimento de acumulação. É assim, mais uma vez, a rendição da prática educativa às pedagogias do aprender a aprender da sociedade do capital.

### **3.4 – FUNDAMENTOS PARA UMA PROPOSTA DE ENSINO HISTÓRICO-CRÍTICA SOBRE ENERGIA NUCLEAR**

Tratar de buscar os fundamentos de uma proposta de ensino sobre energia nuclear, tomando a PHC como mediação teórico-prática do trabalho educativo, devemos antes de tudo salientar que, à educação escolar, cabe garantir a apropriação da cultura pelos sujeitos, de modo que eles possam se objetivar e objetivar a realidade em suas formas mais complexas e assim, dinamicamente como processo educativo, enriquecerem-se como seres humanos histórico-sociais.

Através da PHC, vimos que o trabalho educativo se organiza tomando a prática social como ponto de partida e ponto de chegada do método pedagógico, mediatizado pelos momentos dialéticos da problematização, instrumentalização e catarse. Assim, a PHC advoga que o trabalho educativo escolar deve ser elaborado de maneira sistematizada e intencional, exigindo um planejamento de conteúdos articulados a cada série/nível/etapa em cada área do conhecimento, tratando de formar em cada sujeito particular, as máximas capacidades e consciências que foram edificadas histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens.

Apoiados nas discussões que travamos ao longo desse trabalho e principalmente na sistematização elaborada por Galvão, Lavoura e Martins (2019), sobre coletivamente avançar rumo à construção de uma didática para a PHC, vamos discutir alguns pontos como fundamentos de uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear para o Ensino Médio, a partir do programa do submarino nuclear brasileiro.

Num primeiro momento, deve-se destacar a dimensão ontológica do método histórico-crítico como atividade de ensino, como ato de educar, como exigência para toda e qualquer prática pedagógica que se pretende objetivar como histórico-crítica. Antes de se perguntar “Como ensinar?” ou “Como é uma didática histórico-crítica?”, deve-se interrogar sobre “O que é ensinar?”, “O que é o ato educativo?” ou “O que é uma prática de ensino histórico-crítica?”. Essa dimensão ontológica trazida pelo posicionamento histórico-crítico faz com que nos afastemos de certos “epistemologismos” pedagógicos que transformam o ato educativo em um mero “como ensinar”, constituindo-se em uma “didatização” do ensino, conforme aponta Lavoura (2018); Lavoura e Martins (2017) e Galvão, Lavoura e Martins (2019).

Ao debater sobre a natureza e especificidade da educação, vimos que Saviani põe em evidência a relação histórica e ontológica entre a natureza da educação e a natureza dos próprios homens, compreendendo que eles, tanto como indivíduos ou como gênero humano,

necessitam produzir continuamente sua própria existência por meio das atividades de trabalho e, portanto, precisam também aprender a produzir essa existência, tanto objetiva como subjetivamente. O que nos leva a concluir, que tal processo é um processo educativo.

A especificidade da educação, por seu turno, tem correspondência com a questão do saber (o conhecimento), cuja compreensão deve estar relacionada ao próprio desenvolvimento histórico objetivo da humanidade. Essa análise histórica nos permite reconhecer, no âmbito da especificidade da educação, que o papel da educação escolar, como a forma mais desenvolvida historicamente de educação, é para a pedagogia histórico-crítica a socialização do saber sistematizado (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 537).

Temos assim, através da especificidade da educação como educação escolar, mais um fundamento para o ensino histórico-crítico, que é a sua relação como o saber sistematizado, diferenciando-se de outras formas de saber (como o saber espontâneo e o religioso), por ser produzido por um processo histórico de complexificação da prática humana e por um conjunto de atividades específicas dos homens (ciências, as artes e a filosofia), que se acumula historicamente na prática social. Tal como para educação em geral, na educação escolar exige-se especificamente um conjunto de atividades planejadas e organizadas. Como exigência para o trabalho educativo, temos uma atividade especificamente humana que se articula dialeticamente à relação conteúdo-forma na socialização do saber sistematizado. Atividade essa que norteada por finalidades (objetivos a atingir) e organizada de modo a colocar em movimento os processos de ensino (transmissão) e aprendizagem (apropriação) desse saber, deve agora ser convertida em saber escolar (SAVIANI, 2018a; LAVOURA; MARTINS, 2017).

No seio da esfera ontológica de toda prática social humana, o trabalho educativo deve ser compreendido como uma atividade humana não-material, essencial ao desenvolvimento do gênero humano. E não puramente como uma atividade de ensino organizada por etapas sequenciais, sucessivas e lineares, como bem criticou Saviani (2018a; 2019b) para os métodos tradicionais e novos, respectivamente de Herbat e Dewey, ou até mesmo contrapondo-se àquelas no domínio histórico-crítico, como o método estabelecido por Gasparin (2002).

Apontar a dimensão histórica e ontológica do trabalho educativo é evidenciar a natureza histórico-social do ser humano e destacar o seu fundamento através do trabalho como atividade humana objetiva e subjetiva, conforme preconiza o materialismo histórico-dialético em Marx e em Saviani (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Para se compreender a relevância da natureza ontológica para o trabalho educativo, se faz necessário captar toda a dinâmica dialética da apropriação-objetivação como processo de conhecimento humano (DUARTE, 2013; 2016).

Compreender o trabalho educativo como atividade humana exige que pensemos a sua organização a partir da delimitação do objeto do ensino e da aprendizagem – correspondentes aos conhecimentos sistematizados dos fenômenos da realidade objetiva e convertidos em conteúdos escolares –; qual a sua finalidade definidora dos objetivos do ato educativo que, ao coincidirem com o objeto da atividade (os conteúdos escolares), promovem os motivos do ensino e da aprendizagem; e as formas pelas quais o ensino e a aprendizagem se realizam, visando explicitar quais ações e operações (procedimentos de ensino) devem ser realizadas por professores e alunos diante das tarefas escolares que pretendem concretizar o processo de

transmissão e apropriação do conhecimento (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 538).

Destarte, sabemos que o aluno que frequenta a escola alcançará certos desenvolvimentos pelo trabalho educativo escolar, enriquecendo não só a sua individualidade através da produção/reprodução da cultura humana, mas também fazendo com que essa individualidade, objetiva e subjetivamente, se integre a toda humanidade como gênero humano através da cultura letrada. Entretanto, para que esse processo seja mais rico para o aluno e desenvolva seus resultados para além da esfera escolar, é necessário que ele seja mediatizado por um posicionamento pedagógico preciso e por uma dinâmica de ensino intencional e planejada como processo de ensino e de aprendizagem.

Assim, cabe ao trabalho educativo escolar organizado pela presença do professor, a promoção de atividades intencionais, planejadas e sequenciadas, de forma a garantir a unidade contraditória das especificidades da relação entre ensino e aprendizagem. Como método pedagógico histórico-crítico, ele deve ser organizado como um conjunto de fundamentos lógicos que alicerçam a atividade de ensino, com vistas a orientar o agir do professor na apreensão das múltiplas determinações constitutivas da dinâmica, da processualidade e das contradições do real para a relação entre ensino e aprendizagem.

Isto posto, afirmamos que cada professor deve, em sua área de conhecimento e componente curricular, como competência técnica docente, saber identificar os elementos que compõem a estrutura dinâmica e organizativa de sua prática pedagógica como objetivos de seu planejamento. Sabendo selecionar da realidade como contexto, os conteúdos necessários acerca dos fenômenos da realidade, como conhecimento sistematizado em forma de saber escolar. Portanto, como característica essencial dessa proposta de ensino histórico-crítica, devemos ter o domínio pleno e seguro, não só do conteúdo científico a ser transmitido como saber escolar por parte de quem ensina, mas também do domínio pleno, seguro e intencional da proposta pedagógica a ser objetivada, como uma relação teoria-prática educativa, sendo capaz de garantir a sua organização, elaboração e transmissão como saber escolar.

Para o nosso caso de pesquisa, como conteúdo do saber escolar, a energia nuclear expressa o máximo grau da atividade humana elaborada e historicamente acumulada como conhecimento científico, que deve ser objetivado como saber escolar, levando em consideração a prática social humana contida no PROSUB a partir de todo o seu desenvolvimento histórico como empreendimento científico e tecnológico. Bem como de suas contradições como produto humano-social, enriquecidos pelos conceitos de natureza científica, tal como, por exemplo, a compreensão do princípio de conservação da energia para a tecnologia de propulsão nuclear e os conceitos e propriedades mais atuais da estrutura da matéria que encerram a energia nuclear como radiação.

Tomando o PROSUB como objeto da prática social, como objeto que emerge com toda a sua complexidade e especificidades, da totalidade complexa e contraditória que sustenta a constituição da prática social, além do tratamento dado às propriedades da estrutura da matéria e ao princípio de conservação de energia como conteúdo do conhecimento clássico elaborado, pode-se abordar também, conforme planejamento docente, os conceitos básicos sobre radiação, a aplicação das radiações em sociedade, a questão da proteção radiológica, bem como os conceitos hidrostáticos envolvidos em submarinos e suas diferenciações técnicas de emprego entre submarinos convencionais e nucleares. Tudo isso sem deixar de fazer referência aos conhecimentos objetivos clássicos da filosofia, da ciência e das artes, que

qualificam como saber humano historicamente sistematizado, também o desenvolvimento dessas tecnologias em sociedade.

Portanto, compreendendo assim o trabalho educativo, como uma atividade humana esclarecedora e emancipadora, ele deve seguir o caminho metodológico sistematizado da síntese à síntese, mediado pela análise, realizando a aproximação ao objeto em suas características estruturais concretas, contextualizadas e de modo a apontar seus limites, condicionamentos e possibilidades de superação, como atividade humano-social ontológica e mediada que é a prática social.

Compreendida dessa maneira, a estrutura da atividade pedagógica conquista a qualidade de mediação como interposição que gera transformação, na medida em que ensino e aprendizagem configuram-se como ato intencional mediado por signos (conteúdos escolares tomados como objeto da atividade), vinculado a uma finalidade (objetivos do ensino) e uma necessidade (motivos da aprendizagem) e organizado para realizar determinadas ações e operações (tarefas e procedimentos de ensino e aprendizagem). Nessa condição de mediação, o trabalho educativo cumpre a tarefa de possibilitar a apropriação, por parte dos indivíduos singulares, da experiência humana genérica que é produzida pelo conjunto dos homens, por intermédio da particularidade do ensino e da aprendizagem, materializando o conceito de educação como mediação da prática social global, delimitado por Saviani (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 538).

Portanto, tomar o PROSUB como objeto da prática social e conteúdo de ensino histórico-crítico pelo saber escolar, é compreender que ele se dá no âmbito do conhecimento acerca do real sensível, em sua aparência e manifestação fenomênica imediata, que deve ser superado pela mediação de abstrações do pensamento (conceitos, ideias, teorias), com intenções de alçar o conhecimento do real em sua essencialidade concreta, estruturada, como síntese de múltiplas relações e determinações. Se fazendo num percurso que contempla o movimento dialético indutivo (do particular para o geral) e dedutivo (do geral para o particular), como critério de apreensão do conhecimento no âmbito do real. Real esse que se faz objeto da própria atividade de ensino, afirmando-se na estrutura histórica e ontológica da realidade como contexto. Portanto, saber transpor esse percurso metodológico para a esfera pedagógica é uma competência docente, uma vez que, não se trata aqui, de um procedimento de ensino com existência autônoma e isolada, sem referência, relação e mediação orgânica com seus fundamentos teóricos.

Fazendo dessa competência docente um atributo técnico e político, o professor deve, pelo seu posicionamento pedagógico intencional e seguro, concretizar o significado do conceito de educação escolar como mediação da prática social global, “possibilitando a efetiva incorporação, por parte dos indivíduos singulares, de todo um acervo de conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos produzidos pela humanidade e sintetizados na universalidade da prática social” (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 144). No mesmo momento em que dirige tecnicamente para a efetividade de seu trabalho educativo, ele também intenciona e dirige politicamente uma ação educativa que visa combater posicionamentos acrílicos e anistóricos sobre a realidade como prática social.

Tomando como referência os momentos dialéticos do método proposto por Saviani (2018a), o professor deve, a partir da prática social global como contexto educativo, *problematizar* a realidade como conteúdo de ensino, buscar através dos conhecimentos clássicos elaborados a *instrumentalização* necessária para captar a essência determinada e

contraditória como fenômeno e, de modo organizado, fazer com que essa essência possa ser apreendida como *catarse*, para si e para os alunos. Assim, temos uma nova prática social compreendida pela mediação da prática pedagógica ampliada, que emancipam tanto o professor como o aluno em seu processo constitutivo.

Apoiados principalmente em Vigotski (1993; 2007), a PHC advoga que o pensamento se desenvolve nos indivíduos ao longo da história de apropriação de signos que lhe é oferecida por meio do ensino ampliado, principalmente através da trajetória da educação escolar, pressupondo mudanças qualitativas nas estruturas de generalização, que pautam a formação de conceitos de ordem superior nos alunos (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Ou conforme nos aponta a professora Lígia Márcia Martins (2011, p. 10):

[...] a posse, por parte de cada indivíduo particular, dos atributos humanos, no que incluem as plenas possibilidades do pensamento, é processo socialmente dependente. Para isso ocorrer, contudo, demanda que forças objetivas operem a esse favor. Tal como postulado com a pedagogia histórico-crítica, operar nessa direção é função precípua da educação escolar, a quem compete a tarefa de ensinar, isto é, promover a socialização dos conhecimentos representativos das máximas conquistas científicas e culturais da humanidade, por meio da prática pedagógica, tornando a realidade inteligível.

Assim, para que possamos concretizar um ensino histórico-crítico como prática pedagógica é preciso que os professores tenham essa compreensão ampliada do ato de ensinar, estando cientes da contribuição particular do seu trabalho quanto à apreensão da totalidade das relações naturais e sociais da realidade objetiva por parte dos alunos.

Como imposição do ensino histórico-crítico à educação escolar, ao professor cabe a tarefa de saber conceituar e organizar os objetos de conhecimento para além da sua aparência imediata, sincrética, realizando através dos signos, a mediação entre o conhecimento científico desenvolvido e sistematizado socialmente e o aluno, fazendo garantir que o aluno possa apreender de forma sintética as relações sociais. O ensino das ciências através das diferentes disciplinas escolares, aparentemente se coloca aos alunos de forma sincrética, desarticulada e caótica, cabendo ao trabalho dirigido e intencional do professor o momento analítico e catártico de apreensão dos diferentes elementos constitutivos da realidade ensinada. É nesse momento analítico e catártico do método histórico-crítico que o aluno se apropria do conhecimento das disciplinas de forma articulada (totalidade), por meio da síntese histórica e ontológica da prática social.

É necessário que os professores questionem e reflitam sobre a importância e necessidade daquilo que ensinam aos alunos, não ignorando a função social e política de suas práticas de ensino no âmbito da formação, como as do processo de escolarização. É por isso que, além da valorização dos conhecimentos clássicos como conteúdos do saber escolar, a PHC também preconiza a valorização do professor através da formação docente (inicial e continuada), a valorização da carreira do magistério e a valorização do trabalho do professor como sujeito imprescindível na transmissão-assimilação do saber escolar, principalmente para a educação escolar pública.

Portanto, uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear como conhecimento objetivo e da prática social como objeto, mesmo que não seja uma prática social que frequente o cotidiano dos alunos, exige que professores tenham pleno domínio de suas funções docentes. Aqui, o domínio temático do PROSUB como fato histórico-social,

acompanhando o seu movimento real – sua evolução histórica, o seu desenvolvimento como tecnologia, os desafios humanos e os impactos socioeconômicos – como “reprodução ideal”, como “reconstrução” no plano das ideias de algo que se passa primeiro no plano da realidade, é fundamental. Como mediação teórica ideal da realidade, daquilo que corresponde como realidade objetiva e contraditória, ao buscarem pensar não só as contradições, mas principalmente pensar *por contradição* (SAVIANI, 2018a; OLIVEIRA, 1996).

Assim, o submarino nuclear brasileiro e a questão da energia nuclear não são um recorte do histórico-social a ser destacado e trabalhado esquematicamente como procedimento de ensino. Como prática de ensino histórico-crítica, o social não é um mundo inerte, estático, à parte da realidade de professores e alunos. Não é a colagem de uma realidade estática trazida à prática pedagógica como objeto de ensino. O social, o contexto social, é um todo homem-mundo dinâmico, estruturado, contraditório e complexo, por isso mesmo histórico – o histórico-social. É por isso que para Saviani (2018a, 2019b), a questão central da PHC é a prática social que, problematizada pelo trabalho educativo:

... reflete o *movimento* dialético inerente ao método marxiano, presente em todo o encaminhamento da proposta pedagógica e que exige do planejamento de ensino a pontuação dos conteúdos escolares que possibilitem aos alunos a visão de *totalidade* dos fenômenos da prática social, analisados em sua *história e contradições* (LAVOURA; MARSIGLIA, 2015, p. 354).

Como já discutimos, ambos, professor e alunos, são sujeitos dessa mesma realidade. Afirmamos que essa reflexão pedagógica ampliada acerca do real como prática social, só é possível quando está organizada e comprometida com o desenvolvimento de um ensino pautado pela lógica dialética que fundamenta a PHC como teoria pedagógica. Pois é através dessa lógica dialética que a prática social expressa a sua natureza histórico-social como educação. Seu cunho é filosófico e não procedimental, isto é, “o que está em questão, a rigor, é o trabalho pedagógico como uma das formas de expressão da prática social, na base da qual residem as relações sociais de produção que geram, para além de “coisas”, a própria subjetividade humana como intersubjetividade” (SAVIANI, 2004 *apud* MARTINS, 2013, p. 290).

Diferentemente do que vemos nas pedagogias do aprender a aprender e do que encontramos em algumas respostas dos professores investigados, não entendemos que o ponto de partida do trabalho educativo em sala de aula seja representado por algum “problema” que se desprenda da realidade circundante e imediata e se coloque como conteúdo escolar, muito menos por aquilo que os alunos já sabem – seus conhecimentos experienciais – e que coabitam seu nível de desenvolvimento real. A prática de ensino histórico-crítica tem por essência “reconhecer tanto o professor quanto o aluno em sua concretude, isto é, como sínteses de múltiplas determinações e a prática pedagógica como um tipo de relação que pressupõe o homem unido a outro homem, em um processo mediado pelas apropriações e objetivações que lhes são disponibilizadas.” (MARTINS, 2013, p. 290).

Outro ponto que devemos frisar na fundamentação de uma prática pedagógica histórico-crítica, como a proposta aqui para a energia nuclear, está o fato de que ela não poderá se concretizar como prática de ensino fora da sua fundamentação filosófica – que é a dialética do materialismo-histórico, e nem fora de sua esfera de fundamentação política – que é a superação, por incorporação, da sociedade capitalista, como um projeto de educação transformadora. Somente assim, a articulação ensino-aprendizagem como articulação dialética

da relação educador-educando, será capaz de proporcionar aos alunos uma *reflexão pedagógica ampliada* da prática social como aprendizagem, a partir de uma *concepção ampliada de ensinar* dos professores (GAMA, 2015).

Uma concepção ampliada de eixo de ensino pautada na lógica dialética é aquela cujo ato de ensinar pretende desenvolver o processo de conhecimento nos alunos por meio de sucessivas aproximações, constituindo-se o ensino como uma processualidade formativa em que distintos graus de generalização da lógica do pensar se formam e se desenvolvem, configurando-se como verdadeiras referências que se vão ampliando de forma crescente e espiralada, revelando toda a riqueza da qualidade e da profundidade da penetração do pensamento na essência dos fenômenos da realidade social (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 147).

Como processo lógico-dialético de conhecimento, ele será capaz de promover saltos de desenvolvimento da lógica de pensar dos alunos, como *constatação, interpretação, compreensão e explicação* da realidade social complexa e contraditória. Assim, fazendo do PROSUB objeto da prática social global pela prática pedagógica, como conteúdo de ensino escolar, como *totalidade* social, é que a prática de ensino histórico-crítica será capaz de dar, também aos alunos, a visão de totalidade do conhecimento como realidade. Quando o aluno adquire a capacidade de compreender e explicar a realidade, ele já tem as condições objetivas de intervir nela, com perspectivas de sua transformação. Somente a perspectiva de mudança na compreensão da realidade por parte dos alunos, já é em si mesmo, a própria mudança da prática social. É nesse sentido, como atividade humana elaborada, que o conhecimento humano ganha o *status* de poder e força de produção, o que corrobora com a dimensão política dada ao trabalho educativo por Saviani em sua PHC.

A dinâmica ampliada dessa prática pedagógica histórico-crítica não deixa de considerar os princípios curriculares no trato do conhecimento, entendidos como aqueles que carregam um conjunto de determinações para o ato de ensinar histórico-crítico. Assim, a questão do currículo também tem a ver como a dinâmica do ensino histórico-crítico, desde o trato com o conhecimento (seleção, organização e sistematização lógica e metodológica do conhecimento), passando pela organização escolar (organizações espaço-temporais, modelos de gestão, estruturas de poder), até os aspectos de normatização (normas, padrões, registros, sistema de avaliação) (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019; GAMA, 2015).

Apoiando-nos nas formulações contidas em Galvão, Lavoura e Martins (2019), Gama (2015) e Coletivo de Autores (2012), temos que a dinâmica do ensino histórico-crítico se articula dialeticamente entre os princípios para a seleção dos conteúdos de ensino e os princípios metodológicos para o trato com o conhecimento: onde os primeiros se caracterizam por tratar da objetividade e do enfoque científico do conhecimento, da contemporaneidade e relevância social do conteúdo de ensino, bem como de sua adequação às possibilidades sócio-cognitivas dos alunos; enquanto os que buscam tratar dos princípios metodológicos no trato do conhecimento como conteúdo de ensino, se preocupam com a provisoriade e historicidade do conhecimento a ser ensinado, com a complexidade do conhecimento para o ensino, com os dados da realidade como conteúdo do conhecimento e do cumprimento do processo educativo que busca ir da síncrese a síntese.

A atividade de ensino realizada pelo professor visa reproduzir os traços essenciais do objeto, com graus cada vez maiores de elementos que os constituem, permitindo a reprodução processual e sucessiva da integralidade das conexões do sistema

interno de relações constitutivas desse objeto. Quanto mais o ensino se efetiva e se institui como uma atividade mediadora da relação sujeito-objeto, mais o aluno é capaz de saturar o objeto de determinações, mas ele o capta de maneira concreta. A concreção é o desvelamento da processualidade, da mutabilidade, e da historicidade do movimento contraditório do objeto, ou seja, do vir-a-ser (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, p. 154).

É por isso que o trabalho educativo numa perspectiva de ensino histórico-crítica vê a prática pedagógica como uma atividade direta e intencional do professor dirigida aos alunos, distinguindo a atividade de ensino da atividade de aprendizagem, mesmo considerando que existe uma unidade contraditória que se constitui entre ensino e aprendizagem. Pois, sem essa diretividade e intencionalidade como percurso à aprendizagem pela prática pedagógica, o aluno, dificilmente sozinho, seria capaz de realizar esse processo, principalmente no conseguir transpor individualmente os limites do horizonte da cotidianidade. Assim, o percurso do ensino histórico-crítico, sob o domínio do professor, deve atender ao trajeto do geral ao particular, do cotidiano ao não-cotidiano, pautando-se em conceitos científicos, filosóficos, éticos e estéticos, a serviço da superação da síntese do aluno.

Entretanto, dizer que o percurso do ensino histórico-crítico vai do cotidiano ao não-cotidiano, não quer dizer que a prática social se confunde com a esfera do cotidiano. A prática social, como momento do ser social, possui articulações e determinações que estão para além das propriedades da esfera cotidiana como momento da realidade. É por isso que, de acordo com Saviani (2018a), temos a prática social como ponto de partida e de chegada do método pedagógico histórico-crítico, enquanto que, de acordo com o mesmo método, partimos da síntese heterogênea como esfera cotidiana e chegamos à síntese compreensiva e elaborada, marcada pelo não-cotidiano, como o conhecimento científico, filosófico e o artístico.

Consideramos que tomar o PROSUB como objeto da prática social de um ensino histórico-crítico em Ciências, cumpre satisfatoriamente essas premissas como trabalho educativo, uma vez que, partindo-se das determinações e contradições histórico-sociais do programa de submarinos que nos levará ao primeiro submarino nuclear brasileiro, como um aspecto geral da prática social como prática de ensino, somos perfeitamente capazes de produzir, pela particularidade da atividade pedagógica histórico-crítica, os objetivos esperados como aprendizagem. Pois ao fazer isso, cumpre-se fundamentalmente, a função social da educação escolar pretendida pela PHC: a transformação do sujeito e da sociedade, de forma mediada pela educação.



#### 4. METODOLOGIA

Este trabalho adota como perspectiva de pesquisa para o campo da educação escolar a epistemologia dialética materialista e histórica, fazendo da dialética um fundamento lógico de interpretação da realidade educacional e que vê na prática social humana o ponto de partida e o ponto de chegada do trabalho pedagógico escolar. Dessa forma ela procura tratar, basicamente, de questões relativas à conversão do conhecimento científico em saber escolar, bem como de sua manifestação na elaboração de práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem como desenvolvimento do processo educativo.

Como já ressaltamos a prática pedagógica aqui discutida, e também adotada para o produto educacional da dissertação, está fundamentada numa didática da PHC que tem como ponto de partida e ponto de chegada do trabalho educativo a prática social da qual faz parte o programa do submarino nuclear brasileiro, que se orienta pelo conhecimento da energia nuclear como um saber elaborado historicamente e que deve ser abordado pela disciplina de Física como saber escolar.

Cabe ressaltar que a dinâmica metodológica do nosso trabalho foi afetada pelo contexto da pandemia epidemiológica do COVID-19, onde o isolamento social limitou cenários de investigação e impossibilitou o emprego de determinadas técnicas de pesquisa. Portanto, buscamos uma metodologia e o emprego de técnicas que pudessem se adequar a essa realidade sem, entretanto, deixar de considerar o problema de pesquisa e a hipótese dela proveniente.

Diante do que já foi exposto até aqui como referencial teórico-metodológico do trabalho, propomos uma pesquisa que pudesse colocar em evidência um trabalho educativo orientado pela relação entre teoria e prática presentes na PHC, de modo que o empírico e o teórico fossem considerados numa relação dialética como trato de pesquisa. Portanto, num primeiro momento, vislumbrávamos uma pesquisa-ação que pudesse investigar e intervir no universo da relação professor-aluno em uma turma do Ensino Médio. Entretanto o contexto da pandemia nos impeliu a mudanças. Assim, vislumbramos uma pesquisa exploratória, de cunho qualitativo e quantitativo, que intenciona com os seus resultados uma forma de intervenção determinada. O plano de ensino que será proposto como produto educacional demonstra essa intencionalidade como intervenção.

Segundo Gamboa (2007) e Ferraro (2012), o dilema metodológico entre métodos quantitativos e qualitativos da pesquisa em educação se dá para a historiografia das ciências a partir de três teses em disputa: o da oposição ou incompatibilidade, o da complementariedade e o da unidade. Os autores expressam suas preocupações na redução das pesquisas em Ciências Sociais a apenas duas abordagens – quantitativa ou qualitativa – excluindo, dessa forma, uma terceira via possível. Assim eles ponderam a necessidade de superação dos falsos dualismos técnicos e metodológicos, mediante a tentativa de conciliação entre as abordagens de pesquisa e superação das dicotomias epistemológicas entre essas duas abordagens apenas.

Compartilhando desse entendimento, advogamos pela dialética do materialismo histórico em Marx, no sentido da unidade dialética entre essas duas abordagens de pesquisa. Sendo um contrassenso racional qualquer contraposição entre quantidade e qualidade na investigação teórica sobre a realidade, como explica Gramsci (1966, *apud* FERRARO, 2012, p. 142):

Se o nexa quantidade-qualidade é inseparável, coloca-se a questão: onde é mais útil aplicar a própria força de vontade, em desenvolver a quantidade ou a qualidade? Qual dos dois aspectos é mais facilmente controlável? Qual é mais facilmente mensurável? Sobre qual dos dois é possível fazer previsões, construir planos de trabalho? A resposta parece indubitável: sobre o aspecto quantitativo. Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável.

Nesse sentido, sem perder o rigor e a objetividade para o trato dos dados obtidos, temos uma pesquisa exploratória do tipo quantitativa-qualitativa, que nessa concepção de “unidade dos contrários” busca modificar também pela superação dialética a oposição entre as categorias de explicação e compreensão para os dados de pesquisa.

Nessa perspectiva dialética, simplesmente não há quantidade sem qualidade, nem qualidade sem quantidade; a unidade entre essas duas dimensões do real está em sua inseparabilidade ou exigência recíproca, não em qualquer identidade imaginária entre ambas. Essa perspectiva dialética permite, antes de tudo, afastar duas concepções opostas e igualmente vulneráveis: de um lado, a daqueles(as) que veem incompatibilidade, dicotomia ou oposição excludente entre métodos quantitativos e métodos qualitativos; de outro, a daqueles(as) que veem unidade entre os dois tipos de métodos – uma unidade construída não sobre a diferença que os distingue, mas sobre uma identidade imaginária que desfigura uns e outros, na medida em que ignora ou apaga as diferenças. Permite ainda afastar a tese de um *continuum* entre quantidade e qualidade, que acaba por restabelecer, nas posições extremas, a dicotomia quantidade-qualidade e, conseqüentemente, a exclusão mútua entre essas duas dimensões. Por fim, permite afastar a tese sedutora da complementaridade, a qual, ao mesmo tempo que obriga a enfrentar a capciosa questão sobre quais métodos complementam quais outros, implica uma hierarquização problemática entre os dois tipos de métodos (FERRARO, 2012, p. 144).

Assim, sem negar a importância das duas dimensões – a qualitativa e a quantitativa – buscamos explicar e compreender os dados colhidos na pesquisa, de forma a cumprir os objetivos estabelecidos e propor uma forma de intervenção social educativa.

#### **4.1 – Sobre o universo e instrumento de pesquisa:**

Destacamos como objetivo principal desse trabalho, fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear, tomando o Programa do Submarino Nuclear Brasileiro como objeto do trabalho pedagógico na educação escolar para o Ensino Médio. Assim, analisaremos as percepções de alunos e professores sobre o Programa do Submarino Nuclear – PROSUB, articulando aos fundamentos teórico-metodológicos da PHC, a fim de construir um plano de ensino de Física como Produto Educacional para o Ensino Médio.

Iniciamos nosso processo investigativo em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do Rio de Janeiro, mas que logo foi interrompido pelo isolamento social decretado, devido à pandemia do COVID-19. De quatro encontros previstos com a turma, conseguimos realizar apenas dois encontros antes da suspensão das aulas. No primeiro encontro, antes de apresentar os objetivos do nosso trabalho com a turma, disponibilizamos

um questionário com sete perguntas para serem respondidas abertamente pelos alunos e que foi respondido por 32 alunos da turma presentes no primeiro dia. O questionário trazia perguntas sobre energia nuclear e sobre o fato de o Brasil estar construindo um submarino nuclear, e tinha como objetivo inicial captar os conhecimentos prévios, as percepções iniciais e as opiniões dos alunos sobre energia nuclear e o submarino nuclear. Além desse questionário, fizemos a apresentação de vídeos curtos de domínio público, que tratavam de temas sobre energia nuclear, empregos e efeitos da radioatividade, e sobre o submarino nuclear brasileiro. O objetivo com esses vídeos era o de contextualizar de forma mais rápida, envolvente e rica o tema para os alunos.

Com a impossibilidade do contato social, o nosso universo de pesquisa teve que ser modificado, passando a ser a percepção dos professores. Com o fechamento das escolas devido à pandemia, mudamos nossa estratégia de investigação para a modalidade à distância, reformulando nossa estratégia de pesquisa e realizando uma investigação que passou a contar com um instrumento *on line* dirigido aos professores. O grupo de professores selecionados continha também os professores de Física da instituição escolar inicial, mas não somente. Nesse sentido, abordamos professores de Ciências, de diferentes instituições escolares, sobre suas práticas educativas, sobre o conhecimento da energia nuclear e sobre o saber escolar mediatizado por uma teoria pedagógica, no caso a PHC. Com o trabalho dirigido ao grupo de professores esperamos poder discutir alguns desdobramentos para o campo do trabalho educativo, de modo a sugerir caminhos para se esclarecerem alguns lugares comuns presentes na literatura acadêmica e no imaginário comum de boa parte dos professores da Educação Básica.

Para nós é importante apreender do método proposto, um conhecimento/experiência de uma realidade determinada, construída através da participação coletiva, mas que também oportunize o desvelamento dessa realidade como dado empírico da experiência individual. Assim, a pesquisa ou investigação é tomada como um procedimento reflexivo, intencional, sistemático e crítico, que tem por finalidade estudar algum aspecto da realidade social com o objetivo de ação prática para a transformação. A dimensão de ação ou participação impregna a realização de um estudo que tem como propósito um modo de intervenção como plano de ensino, sempre orientado para uma ação/participação consciente da transformação da realidade investigada.

Portanto, como instrumento de pesquisa fizemos uso de questionário no formato *on line*. Observamos que os questionários têm sido amplamente utilizados como um instrumento de pesquisa para coleta de dados em áreas diversas, tais como as Ciências Sociais, a Economia e a Educação. O questionário, segundo Gil (1999, p.128) pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”. Quando associado ao meio eletrônico como uma ferramenta operativa, que de modo sistemático investiga a opinião de dada população sobre um assunto específico, auxiliando o pesquisador no acesso a eventos ocorridos no passado, na elaboração de perfis de comportamento, construção de cenários e de diagnósticos diversos, mesmo reconhecendo que cada pesquisa tem um objetivo específico, o uso de questionário é bastante satisfatório (GIL, 1999).

A expressiva e crescente relevância da Internet para a sociedade contemporânea é um fenômeno que se observa por diversas frentes, entre as quais a velocidade sem

precedente com a qual se estabeleceu a dimensão de usuários e dispositivos conectados e o desenvolvimento de novas tecnologias baseadas na colaboração de usuários. Destaque-se que o uso da Internet como meio de aprendizado e pesquisa acadêmica consolidou-se como uma das principais atividades dos usuários em geral e brasileiros em específico, perdendo em volume de acessos somente para as atividades de busca de informações, serviços on-line e informações sobre bens e serviços. É nesse contexto que se evidencia o potencial desta ferramenta de comunicação para a realização de pesquisas científicas (VASCONCELLOS; GUEDES, 2007, s/p).

Nesse sentido fizemos uso de um questionário *on line* como técnica de coleta de dados, por ser capaz de atingir um grupo de participantes de forma mais rápida e simultânea, com certo controle e rigor de pesquisa e por ser a estratégia mais adequada ao contexto da pandemia. Ele foi aplicado aos professores das disciplinas de Ciências (Física, Química, Biologia e Matemática), de diferentes instituições de ensino da cidade do Rio de Janeiro, inclusive aos professores da escola citada, buscando indagá-los sobre suas experiências pedagógicas, sobre a energia nuclear e o programa nuclear brasileiro, bem como sobre a PHC como teoria da educação.

A pesquisa bibliográfica realizada inicialmente na construção da pesquisa, com a seleção dos textos e autores pertinentes à estrutura metodológica do trabalho, contribuiu para a sistematização do questionário *on line* quanto ao seu sequenciamento, abordagem dos temas e nível de controle das respostas.

O questionário foi elaborado e aplicado *on line* pelo orientando, sob a supervisão do orientador, através da ferramenta *Formulários Google*, com perguntas personalizadas de respostas obrigatórias. Nesse questionário, dividimos as perguntas em três blocos específicos: o primeiro sobre a experiência profissional, disciplinas que leciona e níveis de ensino em que atua; o segundo sobre o PNM /PROSUB como objeto da prática social e a energia nuclear como conteúdo de ensino; o terceiro trata sobre o entendimento da PHC como teoria da educação e a sua mediação didática para o ensino sobre energia nuclear. Nas introduções do segundo e terceiro blocos disponibilizamos três vídeos com a finalidade de contextualizar os assuntos abordados, que deveriam ser obrigatoriamente assistidos pelos professores antes de responderem as questões, tratando, respectivamente, no segundo bloco sobre o submarino nuclear brasileiro, sobre o PROSUB e sobre o Reator Multipropósito Brasileiro – RMB; e no terceiro bloco, usando da mesma estratégia metodológica, apresentamos um vídeo de entrevista com Dermeval Saviani, outro brevemente sobre episódios da história da educação brasileira e um último sobre a didática da PHC. Todos os vídeos são de curta duração e de domínio público pelo YouTube, com conteúdos de natureza jornalística, documental e educacional. Somente após assistir cada vídeo é que o inquirido seria encaminhado às perguntas. No total temos 28 perguntas, das quais duas são abertas.

O questionário esteve disponível *on line* para o recebimento de respostas por um período de trinta dias ininterruptos, sendo monitorado diariamente pelo orientando para a solução de eventuais dúvidas dos professores no acesso às informações, a problemas técnicos ou de execução do questionário. Não houve, no entanto, ocorrências para nenhuma dessas finalidades.

Segundo Vasconcellos e Guedes (2007), as vantagens de um questionário eletrônico via Internet se dá pela opção de disponibilizar acesso por diferentes meios eletrônicos (PCs, *smartphones*, *tablets* etc.), baixo custo, rapidez na aplicação, confirmação no recebimento, automatização das etapas de aplicação, verificação do critério de respostas e facilidade na

tabulação dos resultados. Entretanto, aqueles autores chamam a atenção para os problemas no uso desses questionários como instrumento de pesquisa, quanto ao baixo controle na representatividade dos resultados amostrais devido à falta de conhecimento da população selecionada, ou a preocupação quanto à inferências do *layout* e formato do questionário na qualidade das respostas.

#### **4.2 – Os sujeitos da pesquisa**

O grupo de professores demonstrou ser o público alvo mais acessível depois que foi estabelecido o contexto de isolamento social da pandemia. Sua seleção e representatividade como população a ser pesquisada se deu de forma aleatória entre pares de profissão do orientando e do orientador, e que guardassem experiência comprovada como professor. Todos foram contactados eletronicamente, via *e-mail* ou redes sociais, não havendo nenhuma comunicação pessoal entre o pesquisador e os pesquisados.

Por constituírem um dos polos da prática pedagógica, os professores e as suas respostas formam um conhecimento empírico que, interpretado à luz dos fundamentos teórico-metodológicos estabelecidos aqui como critério de investigação, compuseram argumentos de discussão para o objetivo proposto como pesquisa. Entretanto, como já advertimos, a prática pedagógica como pura ação irrefletida não fala por si mesma. Sua racionalidade e verdade não transparecem por si mesmas na ação educativa sem um posicionamento mediado pela teoria. Para compreendermos os elementos que a constituem como prática social situada, precisamos de mediações teórico-práticas que fundamentam uma ação político-pedagógica como ação docente. Nesse sentido os fundamentos teóricos e didáticos da PHC foram basilares.

Oferecemos o questionário a aproximadamente 32 professores, sendo que obtivemos no período determinado o retorno de 24, dos quais 22 respostas de professores foram validadas: houve uma duplicidade nas respostas de dois professores, que responderam cada um, mais de uma vez, com as mesmas respostas. Os questionários respondidos foram identificados pelo *e-mail* de cada professor, identificados crescentemente de 1 a 24, conforme a ordem de recebimento. Dessa forma, foram descartados e não foram avaliadas as respostas dos questionários 8 e 21 da base total de dados. Para efeitos de análise e discussão de resultados, são consideradas as respostas de 22 professores, o que faremos a seguir.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já expusemos, o trabalho em questão teve como finalidade fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica em Física sobre energia nuclear, tomando o programa do submarino nuclear brasileiro como prática social necessária ao trabalho educativo escolar. Para tal, criamos um ambiente de pesquisa que pudesse dar subsídios à construção dessas premissas de ensino, fundamentadas didaticamente na PHC.

Como já informamos, antes do isolamento social decretado, tivemos dois encontros com alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do Rio de Janeiro. Nesses dois encontros foram apresentados, além do questionário inicial, vídeos curtos sobre o PROSUB, sobre o conceito de radioatividade, sobre o ciclo do urânio e de empregos tecnológicos da energia nuclear em nosso cotidiano, destacando o conhecimento sobre energia nuclear e o seu emprego em sociedade como uma construção histórico-social relevante para a humanidade. Houve grande interação dos alunos quanto aos assuntos e conceitos abordados pelos vídeos, interagindo com dúvidas e sentimentos sobre os temas tratados.

O universo de pesquisa composto pelos alunos do Ensino Médio, apesar do pouco tempo que tivemos de contato, demonstrou ser um grupo bem heterogêneo, assertivo, de meninos e meninas adolescentes com faixa etária entre 15 e 17 anos e de famílias provenientes da classe trabalhadora, uma vez que a escola se localiza em um bairro da periferia da Cidade do Rio de Janeiro. A maior parte dos alunos não sabia sobre o submarino nuclear e nem sobre o programa nuclear brasileiro, e apenas oito alunos disseram conhecer sobre a construção do submarino nuclear ou sobre o programa nuclear do Brasil através da internet ou da televisão. Mesmo assim, quase todos disseram que o Brasil precisa de um submarino nuclear para se defender de uma possível guerra contra inimigos. Apenas dois alunos relacionaram a necessidade de um submarino nuclear com o desenvolvimento de novas tecnologias ou para pesquisas nos oceanos. Em todo o grupo de alunos, não encontramos evidências de que possuíssem conhecimentos prévios sobre o funcionamento de um submarino com propulsão nuclear.

Em ambos os questionários elaborados, tanto o destinado aos alunos no primeiro encontro na escola, como o disponibilizado *on line* para os professores, nos concentramos em saber se os entrevistados conheciam sobre o desenvolvimento e construção de um submarino nuclear pelo Brasil a partir de um programa nuclear desenvolvido pelo país. Naquele da versão *on line*, enfatizamos mais sobre o desenvolvimento da energia nuclear como um saber sistematizado e com suas contradições, na importância histórico-social do PROSUB como empreendimento técnico-científico mediado pela esfera político-econômica, bem como objeto da prática social mediada pela PHC para o trabalho educativo.

### 5.1 – Análise dos dados sobre os professores<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Quando fazemos uso do termo “professores” não estamos deixando de considerar as questões de gênero na educação; mas optamos por essa expressão para nos referir tanto a professores como a professoras que responderam a pesquisa, por julgar mais fácil a comunicação dos resultados, frente aos objetivos do trabalho.

A partir deste item faremos a análise quantitativa e qualitativa dos dados. Como o número total da amostra de professores corresponde a 22, optaremos por expressar as quantidades analisadas por valores numéricos entre parênteses, ao invés de percentuais.

Analisando o primeiro bloco de questões para o questionário *on line*, podemos dizer que o perfil do grupo de professores que respondeu é em sua maioria composto de profissionais masculinos (15), que estão no magistério a mais de vinte anos (10), ou entre dez e vinte anos (7), atuando em diferentes níveis de ensino ao mesmo tempo (18), sendo majoritariamente no exercício do Ensino Médio (19), mas também no Ensino Fundamental (11). A maior parte dos professores inquiridos é atuante em escola pública (12), seguido daqueles que cumprem sua jornada de trabalho em escolas públicas e privadas ao mesmo tempo (6). De forma sintética e resumida, podemos dizer que tivemos um grupo de professores experientes no magistério, com suas carreiras em escolas públicas do Ensino Médio e que lecionam nas disciplinas das Ciências Naturais. A maior parte dos professores atua ao mesmo tempo também em mais de uma disciplina ou nível de ensino, sendo prevalentes as disciplinas de Física, Química e Biologia.

Analisando o segundo bloco de questões do questionário *on line*, entre os 22 professores, a metade disse saber que o Brasil está construindo um submarino nuclear. Entre todos os professores que responderam o questionário, oito professores disseram que o Brasil precisa sim de um submarino nuclear, enquanto sete disseram que “precisa, mas não é importante agora” e os demais que não precisa ou não sabe avaliar.

Como o objetivo de compreender melhor essas respostas, buscamos avaliar a necessidade do submarino nuclear na visão desses professores, em razão daqueles que disseram já conhecer do PROSUB antes da aplicação do questionário. Do total de onze professores que sabiam sobre a construção do submarino nuclear, apenas três professores reconhecem a necessidade desse equipamento para o país. Entre todos os professores que já sabiam sobre a construção do submarino nuclear pelo Brasil, três professores afirmaram que o país precisa desse equipamento por algum motivo, o que dá um baixo reconhecimento entre os professores questionados sobre ser um empreendimento significativo para o país. Para essa metodologia de análise, vemos que para a maioria dos professores que conheciam o programa antes de responder ao questionário, o Brasil não precisa de um submarino nuclear, ou não precisa nesse momento, ou não sabem avaliar.

Portanto, podemos inferir da interpretação desses dados, que principalmente sobre a parte dos professores que já conheciam da construção do submarino nuclear antes da aplicação do questionário, o Brasil não precisa de um submarino nuclear ou pelo menos, não agora. Mesmo na ocorrência de um único professor que disse ficar sabendo do submarino nuclear no momento em que respondia o questionário, para ele, o Brasil também não precisa do submarino nuclear. E apenas um professor pesquisado afirma não saber avaliar, naquele momento, a necessidade desse equipamento para o Brasil.

Como podemos ver, temos um reconhecimento muito baixo entre o grupo de professores sobre a necessidade de o Brasil ter um submarino nuclear e de ser importante como empreendimento, nesse momento, para o país. Comparando com o grupo de alunos, em que a maioria disse não saber sobre o submarino nuclear e de que a sua necessidade de aquisição se justificaria para o Brasil se defender de um potencial inimigo, podemos dizer que, de modo geral, para o grupo de professores, o submarino nuclear não é um equipamento plausivelmente necessário para o Brasil, e que o seu investimento financeiro e técnico-científico não se justifica e não é importante nesse momento.

Ainda assim, apresentamos a todos os professores, opções de justificativas para o Brasil desenvolver um submarino nuclear. Desses, oito professores justificaram pela importância do seu legado estratégico para a autonomia do país no desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias no campo científico nuclear; e cinco pela necessidade de o país dominar essa tecnologia nuclear para aplicações na área da saúde. Apenas quatro professores justificam a importância desses programas para a formação de novos campos de trabalho, com a formação de novos especialistas e profissionais. Finalmente três deles destacaram a importância da soberania nacional e militar do país em fazer parte de um grupo seleto de países que detêm essa tecnologia, como justificativas para a construção do submarino nuclear. Não foram relevantes as respostas que apontaram ser a transferência de tecnologia algo importante para a indústria nacional ou sobre a complexidade técnico-científica dos programas como algo importante para desenvolvimento de novas experiências a partir do PROSUB.

Entretanto, percebemos que para o grupo de professores que disseram que o Brasil precisa de um submarino nuclear, não importando se agora ou não (15 professores), o que justifica o Brasil desenvolver um submarino nuclear está também no seu legado estratégico para a autonomia e desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias do campo científico nuclear (8), seguido pela necessidade de expansão dessa tecnologia para a formação de novos especialistas, técnicos e campos de trabalho. E apenas dois enxergam a necessidade do domínio dessa tecnologia para aplicações no campo da saúde, por exemplo. Para esse mesmo grupo de professores que disseram que o Brasil precisa de um submarino nuclear, as decisões sobre o programa nuclear e de construção do submarino deveriam ser dos cientistas brasileiros (9), dos parlamentares brasileiros (2) e dos cidadãos brasileiros (2). Somente 1 acha que deveriam ser dos militares ou de engenheiros e técnicos especializados apenas (1). Talvez por isso, o grupo apontou que as decisões tomadas no campo nuclear no Brasil deveriam ser dos cientistas brasileiros (9), ou dos cidadãos brasileiros (2), ou dos parlamentares brasileiros (2). Contrariamente ao que acontece na realidade do PROSUB e do PNM, os professores não reconhecem os militares e o corpo de engenheiros e técnicos como sujeitos das decisões quando se trata de pesquisa nuclear no país.

Quando pedimos aos professores que opinassem abertamente sobre a importância do submarino nuclear brasileiro e sobre o Programa Nuclear da Marinha, apesar das diferentes respostas, elas variaram seguindo essas mesmas considerações quanto à importância científico-tecnológica no campo da energia nuclear:

**Professor 4:** “Acredito que seja um avanço na produção científica e tecnológica do nosso país”.

**Professor 8:** “Quando mais novas tecnologias implementamos no país melhor será o desenvolvimento nas áreas que usufruem dela”.

**Professor 12:** “Esse programa abre caminho para outras oportunidades no avanço na área de pesquisa e desenvolvimento nuclear”.

Outros, entretanto, expressaram a sua indignação aos programas, tecendo oposição quanto à magnitude de investimentos de pessoal e recursos para um empreendimento que tem como produto final uma nova tecnologia militar:



**Professor 9:** “Acredito que enquanto não tivermos uma preocupação genuína com o meio ambiente e com os direitos e saúde humana acima do desenvolvimento e do lucro, não estamos preparados para explorar tais opções tecnológicas”.

**Professor 20:** “Acho que o estudo de reatores nucleares importante, mas na aplicação da geração de energia. A aplicação e investimento em um submarino, frente a inúmeros problemas que a ciência no Brasil enfrenta, é devanear com o investimento do contribuinte”.

Essas preocupações também aparecem quando perguntamos sobre a dimensão dos recursos e confiabilidade no modelo de contrato de parceria empresarial para o PROSUB. De modo geral, a quase totalidade dos professores diz concordar com o modo como se tem dirigido e realizado o programa, mas com ressalvas quanto ao contrato de parceria empresarial (9) e com ressalvas quanto aos recursos financeiros empregados no projeto (8). Apenas quatro professores concordam plenamente com ambos.

A história política recente e pregressa do país, recorrentemente destacada pelo descaso ou falta de transparência com os recursos públicos, marcada recentemente por escândalos político-econômicos com a participação de grandes corporações empresariais e de autoridades de altos cargos governamentais, parecem fazer do PROSUB um empreendimento questionável e sob muita suspeita na visão desses professores. A presença da Odebrecht como principal parceria do consórcio contratual do PROSUB, bem como das suspeitas noticiadas sobre possível esquema de corrupção e de superfaturamento no programa dos submarinos (DEFESANET, 2018), parece contribuir para compreendermos as ressalvas desses professores para tais respostas. Como já apontamos em nossa revisão bibliográfica para o trabalho, o PROSUB é um programa que demanda um grande investimento financeiro.

Com o objetivo de saber sobre a dimensão do campo de conhecimentos dos professores no tocante à energia nuclear e suas aplicações tecnológicas, perguntamos a eles que práticas sociais estão mais bem relacionadas à energia nuclear. A primeira é que, para os professores, a energia nuclear como tema está mais bem associada à geração de energia elétrica pelas usinas nucleares, seguido do emprego em diagnóstico e tratamentos de saúde, e em armas nucleares; há pouca identificação da energia nuclear como propulsão em meios de transporte, emprego na dessalinização da água e em pesquisas sobre o comportamento de insetos, por exemplo. Portanto, como nós podemos ver, os professores não identificam, desconhecem, ou não acham relevante o emprego eficiente da energia nuclear como meio de propulsão, conforme os mesmos propósitos fundamentados pelo PNM e PROSUB.

Quando perguntamos aos professores, que sentimentos imediatamente são despertados quando falamos de energia nuclear e submarino nuclear, as respostas mais frequentes foram de curiosidade (12) e insegurança (6), demonstrando que este ainda é um tema amplo a ser explorado e que precisa ser melhor investigado como objeto de conhecimento para o trabalho educativo.

Quando perguntamos sobre as etapas do programa nuclear brasileiro, desde o ciclo do urânio (extração mineral, beneficiamento e enriquecimento), até a operação do submarino nuclear propriamente e conseqüentemente o seu descarte como resíduo radioativo, as preocupações dos professores recaem mais para o problema do lixo nuclear (10), seguido de acidentes com o submarino nuclear (3) e vazamento radioativo nas usinas nucleares (3). Também em três das respostas, os professores dizem ver fragilidades em toda a cadeia do programa, desde o início com o ciclo do Urânio até o descarte como material radioativo. Embora tivesse no corpo do questionário um vídeo jornalístico alertando sobre os problemas e

perigos de acidentes ambientais, especificamente quanto à extração mineral, processamento e transporte do urânio enriquecido, esse perigo foi menos reconhecido pelos professores entrevistados (2). Apenas um professor disse não ver nenhuma fragilidade ou preocupação quanto ao programa.

Estabelecendo até aqui, uma compreensão das respostas dadas ao questionário destinado aos professores, podemos dizer que seus conhecimentos, suas expectativas e preocupações em relação à energia nuclear e com o PROSUB, revelam um lugar comum como campo de reflexão e prática social, onde intenções e preocupações dos professores depositadas nessa tecnologia estão mais bem associadas, de forma superficial e fragmentada, ao modo como esse conhecimento está disponível ou é apresentado superficialmente à sociedade, seja pela mídia ou alguns livros didáticos, focando essencialmente em sua associação às usinas nucleares e em todas as suas consequências históricas como aplicação. As suas respostas vinculadas ao sentimento de curiosidade e insegurança vêm talvez dessa compreensão superficial e fragmentada reduzida à esfera do imediato como conhecimento disponível em sociedade, desprovidas de contradições de natureza histórica, ética e política.

Conforme nos alerta Saviani (2019b), a denominação de “sociedade do conhecimento” empregada a nossa atual fase histórica como sociedade, não é apropriada. Pois o que vemos é uma maior circulação de informações de forma fragmentada e por múltiplos meios difusos, não possibilitando que se possam tecer conexões entre diferentes fenômenos como conhecimento e prática social. Este problema que é mais estrutural do que próprio do universo escolar, afeta tanto o processo de assimilação dos alunos, como a formação de professores.

Não se trata aqui de fazer uso de um pensamento crítico-reprodutivista conforme o já discutido por nós ao apresentarmos a PHC. Entendemos que a apropriação de conhecimentos sobre energia nuclear como um saber elaborado socialmente pela prática social global, e que deve ser transmitido como saber escolar disponível a toda sociedade, é condição de transformação dessa mesma sociedade. O objetivo aqui é estabelecer como campo de reflexão, de que maneira aquela contradição instaurada pela sociedade do capital, tomando o conhecimento como uma força produtiva e bem privado a serviço daqueles que detêm os modos de produção, também se manifesta sobre a educação escolar marcando o próprio conteúdo escolar, interferindo na sua compreensão como prática social.

Assim, as diferenças e incertezas relativas sobre o PROSUB e o PNM podem ser fruto de um desconhecimento dos professores, caracterizado por informações superficiais e fragmentadas a respeito dos programas em sua totalidade histórico-social; ou são o resultado e refletem a essência contraditória dessa sociedade marcada pelas contradições da forma capital como modo de produção: no primeiro caso, o PROSUB e o PNM não foram apreendidos significativamente quanto ao seu propósito civil-militar, o que traz desconfiâncias em sua confiabilidade científico-tecnológica como política pública, gerando dúvidas e incertezas como objeto militar; no segundo caso, o PROSUB e o PNM não foram captados como produtos dessa forma societária, o que faz gerar inseguranças e dúvidas nem sempre discutidas ou apresentadas em sociedade, como provenientes de um programa complexo do grande capital, com grandes dimensões político-econômicas e intenções histórico-sociais quase sempre veladas. Considerando essas questões, podemos inferir que o PROSUB e o PNM são eventos subestimados em sua relevância científico-tecnológica e impacto político-social; bem como é também superestimada a aceitação pública desses programas para o país, principalmente da parte de seus defensores, uma vez que, como todo empreendimento que

expressa interesses a serviço do grande capital, sua necessidade é inquestionável e sua execução é irrepreensível em sociedade.

Conforme respostas dos professores ao questionário, buscamos também encontrar ideias que expressavam as relações entre ciência e tecnologia como produtos histórico-sociais mais próximos de nossa realidade, principalmente quando essas relações se traduzem numa compreensão de que a ciência não é uma atividade intelectual isolada, totalmente separada do âmbito de sua aplicabilidade que é a tecnologia, mas como áreas que se complementaram historicamente no tempo em nossa sociedade.

Podemos inferir que, historicamente, as relações entre ciência e tecnologia foram se tornando cada vez mais imbricadas, quando da passagem do modo tradicional de produção científica (pré-sociedade industrial), marcado pela ciência acadêmica que tem na figura do cientista o valor do reconhecimento social, cede lugar ao modo de produção industrial, marcado pelo cientista profissional-especialista, em que a recompensa social passa a ser o produto dessa atividade. Nessa nova sociedade, a do cientista profissional-especialista, a ciência é incorporada ao trabalho produtivo, convertendo-se em potência material. O conhecimento se converte em força produtiva e, portanto, em meio de produção. Com essas mudanças, o trabalho produtivo ganha forma mistificadora de força, sendo constituído pela fragmentação do conhecimento humano e pela divisão social do trabalho. Isto faz com que a ciência e a tecnologia, indiferenciadas socialmente como forças produtivas, estejam mais subordinadas às exigências do trabalho produtivo, sujeitas mais a decisões tecnocráticas, do que em função das necessidades humanas postas pela prática social. Consideramos que essas questões são importantes como pesquisa e nos ajudam a interpretar as posições dos professores em relação aos ganhos tecnológicos e civis do PROSUB como objeto da prática social. Permite-nos compreender e captar, que concepções sobre CT têm esses professores a partir do PROSUB e do PNM.

Num primeiro momento compreendemos que os professores tecem um entendimento do tipo *causa - efeito* entre CT: se por um lado temos a ciência vista como produtora de todo conhecimento racional e verdadeiro, do outro temos a tecnologia que se apresenta como materialização dos resultados da atividade científica. Entretanto, eles não parecem ter o entendimento de que ambos, tanto a ciência como a tecnologia, estão a serviço de uma lógica social produtiva como trabalho humano, o que as transforma num instrumento privado a serviço dessa sociedade, que é a sociedade do capital. Este entendimento de relação entre CT leva à compreensão de um desenvolvimento homogêneo e progressivo como modo de produção, em que a participação cada vez maior da tecnologia em sociedade é o resultado factível de um desenvolvimento linear em sociedade. Essas asserções têm implicações para o trabalho educativo escolar, quando pedagogicamente não é trabalhada a natureza do conhecimento científico como um conhecimento histórico-social.

Esta concepção tradicional/linear de progresso tem sido o pano de fundo de muitas das denominadas “exposições universais”, nas quais é apresentado o que há de mais atual para o ensino no campo científico-tecnológico, expressando a submissão do ser humano ao determinismo tecnológico na sociedade do capital. Nesse sentido podemos afirmar que os professores têm uma compreensão não muito crítica sobre as interações entre CT, compartilhando de um pensamento que expressa os limites ideológicos deste determinismo tecnológico. Segundo Auler e Delizoicov (2006b, p. 342), em linhas gerais, há duas teses definidoras do determinismo tecnológico:

- A mudança tecnológica é a causa da mudança social, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer. Assim, a inovação tecnológica aparece como o fator principal da mudança social;
- A tecnologia é autônoma e independente das influências sociais.

Compartilhando desse determinismo tecnológico, o discurso dos professores parece atribuir um caráter redentor à CT, de forma que os problemas hoje existentes podem e devem ser resolvidos com mais CT, ignorando as relações sociais em que esta CT é concebida e utilizada. Essas reflexões são também importantes se desejamos propor um trabalho educativo através de uma intervenção pedagógica transformadora, como o proposto pela PHC que aqui almejamos.

Essas nossas interpretações estão balizadas em um conjunto de respostas dos professores, quando buscamos relacionar o PROSUB e o submarino nuclear como conteúdos relevantes para o ensino de ciências. Portanto, eles apontaram ser o PROSUB um tema relacionado a propostas curriculares de abordagem em CTS (18), como um tema relacionado à ciência e novas tecnologias (3) e à ciência do cotidiano (1). Ninguém relacionou o PROSUB à ciência e cidadania, à história da ciência, ou à alfabetização científica.

Pedimos aos professores que expressassem sua opinião, dentre as afirmativas apresentadas, sobre a importância de ter o submarino nuclear brasileiro como conteúdo para o ensino ciências, podendo ser mais de uma opção. As considerações com maior frequência de importância para os professores são aquelas que estão em função de sua contextualização como aplicação tecnológica e em observância com os impactos sociais e ambientais (17) e pela sua dimensão como uma questão sociocientífica, a partir de uma perspectiva política, ética e inclusiva (11).

Destacamos para esses professores, que mudanças curriculares oficiais ocorreram recentemente na tentativa de destacar o papel da ciência e da tecnologia em sociedade, como uma necessidade de priorizar o que é relevante e atual como conteúdo de ensino para a Educação Básica (BRASIL, 2002; 2006). Assim, pedimos a eles que apontassem dentre várias afirmativas (podendo ser mais de uma), aquela(s) que indicava(m) a importância de ter o PROSUB como conteúdo de ensino de ciências na educação escolar. Nesse sentido, em ordem decrescente de frequência das escolhas, nós temos que: 1º - *“É importante porque informa o conhecimento científico na sua relação entre ciência, tecnologia e sociedade, importante para o mundo do trabalho”*; 2º - *“Importa porque funciona como um conteúdo do cotidiano dos alunos que exemplifica a aplicação dos conceitos científicos para a vida cidadã”*; 3º - *“É importante porque possibilita uma formação intelectual dos alunos e os atualiza em relação ao desenvolvimento tecnológico da ciência”*; 4º - *“Só será importante se estiver de acordo com a área de interesse do aluno e a sua trajetória escolar escolhida, conforme a BNCC, podendo ser flexibilizado pela escola”*; 5º - *“Importa porque instrumentaliza os alunos com um conhecimento elaborado que é a ciência, possibilitando a construção de consciência de classe e o entendimento da ciência como espaço historicamente em disputa”*; e em 6º - *“não é importante porque não está relacionado ao cotidiano ou à realidade imediata da maioria dos alunos, sendo mais importante tratar de outros conteúdos para eles”*.

Identificamos, portanto, a partir da confirmação desses resultados, que o ideário de uma educação CTS no ensino de ciências está muito presente nas respostas apontadas por esses professores, expressando uma concepção de não neutralidade nas interações entre

ciência – tecnologia – sociedade, de modo que a tecnologia é considerada hierarquicamente inferior à ciência, sendo apenas uma aplicação desta; e uma vez sendo a aplicação prática da ciência no mundo moderno, ela tem a função de produzir artefatos com a intenção de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos ou para fabricar novos dispositivos para uso em sociedade (ACEVEDO, 2018). Pode-se identificar nessas respostas, uma tendência no endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, assim como um posicionamento próximo do determinismo tecnológico, como se os professores tivessem atribuindo à tecnologia o papel de produção de bem-estar social (AULER; DELIZOICOV, 2006b).

Outro fator que podemos destacar nesse conjunto de respostas dos professores, assim como o apontado por Amorim (1995 *apud* AULER; DELIZOICOV, 2006b) em sua investigação da “trilogia” CTS no contexto brasileiro, é que a “sociedade” ou o “contexto” é compreendido como “o que acontece lá fora” ou “mundo lá fora”, e não como uma prática educativa considerada como prática social comum a todos os sujeitos. Nesse sentido, há uma tendência de tomar o conceito de sociedade como “um mundo externo à escola” e de que as práticas sociais dos alunos são àquelas que acontecem fora da escola ou como àquelas destinadas ao futuro dos alunos após sua escolarização.

Com os alunos, quando perguntamos se eles sabiam o que é e de onde vem a energia nuclear, a maioria das respostas foi de negativa. Entretanto, nos chamaram a atenção algumas respostas: cerca de seis desses alunos de 2º ano do Ensino Médio afirmaram que a energia nuclear vem do núcleo da terra; e dez das respostas que ela vem das usinas nucleares. Apenas duas respostas relacionaram a energia nuclear como sendo proveniente dos átomos e de elementos químicos específicos. Desse grupo de alunos, treze relacionam a energia nuclear a algo maléfico capaz de provocar doenças, mortes ou ligado a armas de destruição em massa; quinze a algo benéfico à sociedade e que pode, de alguma maneira, ajudar a humanidade; e dezoito alunos dizem que ela pode ser maléfica ou benéfica à sociedade, dependendo de como a humanidade irá trabalhar.

No questionário destinado aos professores, perguntamos o que eles entendem por ciência. Em sete das respostas, eles apontaram que a ciência pode ter uma variedade de significados, identificados com os diferentes conceitos apresentados na introdução da questão; cinco para um conhecimento humano construído historicamente, que através da razão humana produzem verdades universais; outros cinco apontam ser uma técnica construída historicamente, capaz de prever, calcular, descrever e controlar determinado fenômeno; e para dois professores a ciência é um conhecimento racional, elaborado e constituído histórico-socialmente, e que deve ser apreendido pelas classes menos favorecidas para a transformação de suas realidades. Apesar de haver a opção de incluir uma resposta livre e pessoal, nenhum dos professores a fez. Apenas um professor relacionou o conceito de ciência a um conhecimento objetivo e sujeito a posições ideológicas.

Conforme este item do questionário, verificamos a presença de um grupo bastante eclético quanto ao que se pode entender por ciência, possibilitando-nos inferir que eles, cada um ao seu modo, selecionaram o que parecia ser melhor conforme diferentes doutrinas científicas, diferentes métodos científicos ou modos de representar a ciência. Como um grupo de professores, vemos que são bem heterogêneos no entendimento do que é ciência. Parecem expressar a discussão controversa de alguns estudiosos, principalmente do campo pós-moderno, quando se tenta estabelecer a delimitação do que é ciência (CHALMERS, 2017).

Compreendemos que perceber as diferentes concepções do que é ciência, conforme as variadas correntes de pensamento, e saber definir um conceito de ciência que expresse um

posicionamento pedagógico como diretriz para o trabalho educativo, não é uma questão somente epistemológica, mas também pedagógica e política. É um atributo de competência técnica-formativa essencial ao professor que dirige e intenciona o seu trabalho educativo. Entretanto, consideramos nessa reflexão sobre a tarefa de ser professor, a competência de determinado trabalhador na relação com o produto do seu trabalho, e em relação às condições histórico-sociais em que isso ocorre. Ao assumirmos a prática docente como uma modalidade da prática social e como objeto de análise, devemos compreender que não estamos tratando da “prática” de indivíduos isolados, mas à prática do conjunto dos homens num dado momento histórico, em contradição com o *dever ser* da referida formação e as possibilidades concretas para sua efetivação. Portanto, a materialização do referido *dever ser* não pode prescindir da luta pela superação das condições que lhe impõem obstáculos (MARTINS, 2011). Assim sendo, nenhuma competência profissional pode ser analisada fora da complexa trama social da qual faz parte.

Relacionando o perfil de respostas dos professores ao perfil de uma educação CTS, e tecendo algumas reflexões críticas, percebemos que o conhecimento da ciência como um valor democrático ainda é pouco difundido e problematizado como prática educativa pela educação CTS no contexto da educação brasileira (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011). Por essa perspectiva, percebemos que a educação CTS pouco faz ou coloca em contexto de discussão como prática pedagógica, em uma sociedade baseada em valores do capital como a nossa, a reflexão sobre o que está por traz da “formação cidadã” ou da “democratização” da CT em sociedade. Uma vez que a gestão tecnocrática do Estado concentra na atividade de especialistas a sua ação pública, interferindo legalmente no tecido social para a participação de grandes corporações financeiras, que com vultosos recursos em CT como capital, exercem o controle social dos cidadãos e os exclui da possibilidade de participação em decisões sobre CT. Enquanto o discurso CTS traz a prerrogativa de que os avanços tecnológicos visam a melhoria das condições de vida dos cidadãos, na prática do dia-a-dia em alguns casos, a rapidez dos avanços nas inovações tecnológicas ficam longe da maioria da população. Sobre tal processo, nos perguntamos: como tecer uma educação CTS, principalmente na escola pública? (AULER, 2011; TEIXEIRA, 2003; VACCAREZZA, 2011). Respondendo a essa questão que imputamos à educação CTS a partir dos dados analisados, inferimos não ser possível sem uma concepção de educação articulada a uma prática pedagógica que se organiza dialeticamente enquanto teoria e prática, pautada na crítica radical ao modo de produção do capital em sociedade. Radical no sentido de ir à raiz dos problemas sociais e crítica no sentido de indagar sobre os determinantes que os constitui como modo de produção social e de prática social.

Nesse sentido, os resultados nos apontam para uma concepção de educação como mediação no seio da prática social global, como o vimos ser através da PHC, onde o critério para essa democratização deve ser buscado na própria prática social. Assim, devido o caráter mediador que julgamos ter a educação escolar na perspectiva da PHC, conforme o discutido em nossa fundamentação teórica e concebendo a educação humana um processo histórico-ontológico de humanização (DUARTE, 1998; 2013; SAVIANI, 2018a), buscamos trazer para a reflexão dos professores através do questionário de pesquisa posicionamentos sobre o caráter mediador da educação escolar e da PHC como mediação teórico-prática do trabalho educativo. Questões essas que nos farão refletir sobre o tratamento dado pela PHC como representação teórica do processo educativo escolar em ciências, tomando como prática social a construção do submarino nuclear brasileiro.

Assim, analisando o bloco de questões que foca na PHC, a maior parte dos professores (17) afirma conhecer Dermeval Saviani e sua teoria sobre educação, entre os quais, apenas três afirmam conhecer apenas a PHC e não o seu autor. E cinco professores dizem não conhecer nem o autor e nem a PHC como teoria da educação. Ninguém afirmou conhecer apenas o autor Dermeval Saviani na educação brasileira.

Entre todos os professores inquiridos, dezesseis afirmam ser a relação entre a educação escolar e a sociedade uma relação de mediação, onde para onze deles a educação sofre com os problemas da sociedade ao mesmo tempo em que ela própria contém as soluções para esses problemas. Em cinco dos professores, apesar de entenderem que a educação escolar é mediadora na sua relação com a sociedade, não acreditam que a educação escolar sozinha contenha as possibilidades de superação dos problemas dessa sociedade. Para também cinco dos professores, a relação entre a educação escolar e a sociedade é uma relação imediata, tendo a educação escolar o papel imprescindível de resolver os problemas de nossa sociedade.

Quando analisamos as respostas somente entre aqueles que disseram conhecer a PHC como teoria da educação, que nesse caso totalizam 17 professores entrevistados vemos que treze reconhecem que a relação entre a educação escolar e a sociedade é uma relação mediada, sendo que para dez a educação sofre com os problemas da sociedade ao mesmo tempo em que ela própria também contém as soluções para esses problemas; já para três dos professores, nessa relação mediadora a escola não tem sozinha, condição de resolver os problemas da sociedade. Apenas quatro dos professores que conhecem a PHC, acreditam ser a relação entre a educação escolar e a sociedade, uma relação imediata.

Assim, analisando as respostas dadas no questionário sobre o entendimento da mediação da educação como prática social, percebemos que, embora nossos professores reconheçam o caráter mediador da educação escolar em sociedade, eles também parecem compartilhar de um sentimento que vê na educação uma função redentora dos problemas sociais, muito presente nas pedagogias hegemônicas.

Sabemos que o método da PHC impõe tarefas à prática educativa, integrando uma pauta de ações necessária à prática docente. Assim, pedimos que esses professores classificassem suas práticas educativas, dentro de um conjunto de afirmativas que oferecemos a eles e que deveriam escolher apenas uma como resposta. Dessa forma, como afirmativas mais apontadas, tivemos dois grupos de respostas com a mesma frequência de escolha (7): i) *“Um ensino que valoriza as experiências dos alunos por descobertas, com experimentos, resolução de problemas e que os levem a aprender à aprender”*; ii) *“Um ensino que leva os alunos a questionarem criticamente a sua realidade, sendo a educação escolar a possibilidade de transformação de suas vidas e concepção de mundo”*. Em segundo lugar, com quatro respostas, apontaram a opção que resumia um pouco de cada uma das afirmativas anteriores, seguido da opção que apontava um ensino que leva a mudança comportamental dos alunos, numa conformação à sociedade e ao mundo do trabalho (3). Somente um professor apontou para a sua prática educativa como um ensino crítico a partir dos conteúdos da prática social, fazendo compreender que a escola não é o único agente de transformação de sociedade.

Podemos inferir das respostas dadas a este item pelos professores, que temos dois grupos bem distintos quanto ao modo como se percebem em relação a sua prática educativa. Seguindo uma orientação conforme a história das ideias pedagógicas no Brasil, feita por Saviani (2019a), em que o autor classifica como ideias pedagógicas, “as ideias educacionais,

não em si mesmas, mas na forma como se encarnam no movimento real da educação, orientando e, mais do que isso, constituindo a própria substância da prática educativa” (p. 6), vemos que esses dois grupos de respostas se identificam com duas posições concorrentes do cenário pedagógico brasileiro. Um centrado nas proposições pedagógicas contra-hegemônicas, de natureza crítica e centrada nos interesses mais populares de transformação da sociedade; e outra de interesses hegemônicos, vinculada a ajustar os interesses dos indivíduos aos processos produtivos, neoescolanovista e neoprodutivista do lema “aprender a aprender” como orientação pedagógica (SAVIANI, 2018a; 2019a, 2019b; DUARTE, 2016).

Quando analisamos essas respostas somente entre os professores que afirmaram conhecer a PHC e entre aqueles que disseram ser a educação um processo de mediação (17), o reconhecimento do conceito de mediação dialética é mais consistente com a função transformadora da educação (6), associando esse caráter transformador a uma prática de ensino que leva os alunos a questionarem criticamente a realidade como possibilidade de mudança de suas vidas e concepção de mundo. Mas em quatro dessas respostas, a prática de ensino apontada por esses professores está mais associada a um ensino que valoriza as experiências dos alunos por descobertas, com experimentos, resolução de problemas e atividades que os levam a aprender a aprender.

Quanto à seleção, organização e apresentação dos conteúdos em aulas de ciências, a maior parte dos professores disse seguir um planejamento conforme as orientações e diretrizes oficiais, fazendo adaptações e modificações conforme a ocorrência de um fato social relevante ou discussões na mídia (5); seguidos daqueles que apontaram buscar um planejamento conforme a realidade de cada turma, valorizando os interesses e curiosidades dos alunos (4). Esses dois posicionamentos também foram encontrados quando referenciamos somente os professores que disseram conhecer a PHC no questionário.

Em três respostas os professores afirmaram seguir um planejamento próprio apoiando-se no livro didático; e igual quantidade diz seguir uma matriz curricular estabelecida pela escola, indistintamente da turma que lecionam. Dois professores apontaram exercer uma flexibilidade nos conteúdos planejados, conforme experiência docente, adaptando à realidade de cada turma. Como professores de ciências, eles apontaram que é essencial para uma boa organização e execução da prática docente, ter acesso a bons recursos de ensino e livros didáticos (12); a uma carreira profissional estável, reconhecida socialmente e valorizada financeiramente (12); a uma formação continuada pautada na atualização dos componentes curriculares (11); mais tempo para o planejamento e organização das atividades (10); e alunos mais preparados quanto aos conhecimentos necessários da disciplina (6).

Nesse sentido, quanto à autoanálise que fazem da organização de seu trabalho educativo, temos um grupo de professores bem heterogêneo em relação à seleção, organização e apresentação dos conteúdos a serem ensinados. Em seu conjunto fica evidente para nós, que há nessa categoria de análise, respostas que conferem um ecletismo de atitudes frente a uma dada situação de ensino, revelando práticas docentes regidas por um pluralismo de intenções que não expressam necessariamente uma intencionalidade pedagógica, ficando sujeitos a cenários e intervenções circunstanciais que não apresentam um objetivo de projeto social, tanto no reconhecimento de sua prática docente como para a condução de um projeto de educação escolar.

Embora a falta de robustez e especificidade dos dados não nos permita decidir conclusivamente para um resultado específico de prática docente investigada, eles apontam para um posicionamento acrítico, esvaziado de sentido quanto à natureza da relação teoria-



prática no trabalho educativo. Assim, como não podemos visualizar que eles seguem um posicionamento pedagógico definido por um planejamento prévio, ficando o papel do professor refém de situações assistemáticas do cotidiano, também percebemos que as contradições concretas da realidade escolar parecem sensibilizar alguns desvios de planejamento como prática docente. Entretanto, são fortes os traços que parecem guiar um trabalho pedagógico orientado em função das necessidades imediata dos alunos, definido pelos comportamentos e experiências dos alunos e alinhado às posições curriculares que traduzem as pedagogias neoescolanovistas e neoprodutivistas do “aprender à aprender”.

Diante desse quadro interpretativo buscamos saber como os 17 professores que disseram conhecer a PHC compreendem os conteúdos escolares que são transmitidos como saber escolar. Assim, dez apontam que eles são os conhecimentos clássicos elaborados historicamente pela ciência com o objetivo de instrumentalizar criticamente os alunos na resolução de problemas postos pela prática social, como possibilidades de transformação da sociedade; e em quatro dos professores, são os conhecimentos da história da ciência adaptados à realidade escolar, com objetivos de despertar interesses nos alunos pela ciência, pela tecnologia, pelo mundo do trabalho e vida cidadã.

Mais uma vez percebemos a diferença que separa os posicionamentos dos professores conforme classificamos pedagogicamente suas intenções, definindo a heterogeneidade desse grupo de professores. Por essas respostas podemos interpretar que uma parte dos professores parece compreender os fundamentos ontológicos e epistemológicos da PHC como teoria da educação, não a identificando somente como um procedimento de ensino que deve ser aplicado numa sequência lógica de apresentação dos conteúdos escolares. Entretanto, não podemos concluir se o entendimento dos “conteúdos escolares como instrumentos críticos” traduzem o seu caráter dialético e histórico-crítico da PHC, diferenciando-a de uma posição tecnicista e neoprodutivistas como educação. Como vimos em capítulos anteriores, a importância de se trabalhar os conteúdos científicos, filosóficos e artísticos definem o caráter transformador e democrático da prática pedagógica através da PHC, na medida em que instrumentalizam os dominados com saberes dos dominadores (SAVIANI, 2018a; 2019b).

Continuando na interpretação da autoanálise feita por esses professores quanto ao trabalho educativo que realizam, destacamos que a prática docente lida com situações de ensino que exigem desse professor compreender como se processa a aprendizagem de seus alunos. Assim, a partir de várias afirmativas, pedimos que eles escolhessem aquela mais caracterizava a aprendizagem humana para eles.

Encontramos como resposta, seja considerando o grupo total de professores ou somente para aqueles que disseram conhecer a PHC, que a aprendizagem humana se caracteriza por um pouco dos conceitos de cada uma das opções de respostas apresentadas na questão, embora as opções envolvessem significados diferentes, e até mesmo antagônicos, que os professores parecem não ter percebido. Em segundo lugar aparece o entendimento da aprendizagem humana como uma construção social objetiva.

Não consideramos os resultados desse item como satisfatórios ou conclusivos para a nossa investigação, suspeitando que possa ter havido algum vício de procedimento na resposta ou de execução metodológica na seleção das afirmativas para a resposta dos professores. Entretanto, para que os princípios didáticos histórico-críticos sejam cumpridos pela prática pedagógica, torna-se necessário uma teoria da aprendizagem que atenda aos requisitos de transmissão-assimilação dos conteúdos escolares conforme os pressupostos teórico-epistemológicos da PHC.

Para concluirmos o reconhecimento da PHC como teoria da educação pelos professores, pedimos que eles indicassem (podendo ser mais de uma resposta) as afirmativas que mais se identificassem com os conceitos fundamentais da PHC postulados ao longo de sua construção coletiva. Entre aqueles que afirmaram conhecer a PHC (17), as três afirmativas mais apontadas, por ordem decrescente de seleção, foram: a) *o papel da escola não é reiterar o cotidiano, mas revelar os aspectos essenciais das relações sociais que se ocultam sob os fenômenos que se mostram a nossa percepção imediata e com isso, ela constrói o seu papel transformador como realidade social*; b) *a educação escolar tem função predominantemente mediadora no movimento do processo histórico-social total, onde o ponto de partida e o ponto de chegada do processo educativo escolar é a prática social como totalidade histórica*; e c) *a educabilidade humana deriva da natureza histórico-social da humanidade e de sua evolução como espécie e como gênero, uma vez que a humanidade não pode ser transmitida totalmente pela hereditariedade na formação das novas gerações*.

Quando analisamos para todo o grupo de professores (22), os mesmos postulados aparecem, incluindo também numa terceira posição, a afirmativa de que “*o objeto da educação escolar não é qualquer tipo de saber, mas o saber sistematizado, elaborado, como o científico, o filosófico e o estético*”.

Assim, para os professores que disseram conhecer a PHC, os referenciais de reconhecimento e definidores da PHC estão relacionados à natureza e especificidade da educação escolar, conforme apontados originalmente por Dermeval Saviani (2018a). Portanto, para esse grupo de professores, a educabilidade humana é de natureza histórico-social, tanto para o indivíduo como para o gênero humano, de modo que a sua dimensão escolar tem a função de mediação no movimento do processo histórico-social global, através da prática social. Isto corrobora o entendimento dos professores, quando eles apontam que é a dimensão política da PHC na educação escolar, a principal crítica feita pelos seus opositores. Dentre todas as afirmativas que elencamos, tanto para o grupo de professores que dizem conhecer a PHC (17) como para todos os professores (22), a que mais prevalece como crítica apontada à PHC na educação escolar, é aquela em que: *muitos acham que ela (a PHC) radicaliza demais a dimensão política dos conhecimentos a serem transmitidos na escola, dando mais ênfase as dimensões filosóficas e sociológicas do que aos conhecimentos específicos das diversas disciplinas escolares*. Seguido da socialização do saber – pois, “*... falar em socialização do saber elaborado é voltar à função funcionalista da ciência*”; seguido da valorização da cultura erudita como conhecimento clássico, denunciando o seu caráter conteudista.

Sabemos pelos fundamentos da PHC o quanto a transmissão-assimilação dos conteúdos clássicos, elaborados historicamente pela humanidade, está relacionada com a dimensão política da PHC e com sua condição democrática de trabalho educativo escolar. Esse é um dos temas mais caros à PHC, conforme atesta Gandin (2001, p. 101), em que “para muitos professores, é um pouco escandaloso falar em política e em educação no mesmo texto”. Mas é também o mais fecundo, pois está relacionado à natureza e especificidade da educação escolar, à valorização da prática docente e à sistematização dos conteúdos escolares com vistas à transformação social.

Embora avanços de natureza política tenham ocorrido nos últimos anos na educação brasileira, considerando a especificidade do sistema educacional brasileiro e dando maior autonomia à classe docente na gestão escolar, o momento político atual é de perplexidade no retrocesso democrático. O ressurgimento no cenário político de movimentos conservadores, com o objetivo de desmantelamento do aparato democrático estatal com ataques públicos à

educação escolar como projeto social, traduzido em ações como o movimento “Escola sem Partido”, tem contribuído cada vez mais para o aumento da força hegemônica do grande capital sobre a educação pública e a sociedade brasileira. Essas ações tem visivelmente conduzido o discurso de uma grande parte da população brasileira a um posicionamento avesso à política e a um baixo interesse em discutir a temática, reforçado pela construção permanente do lugar-comum de que “política e religião não se discute”. Entretanto, como vimos no capítulo sobre a PHC como trabalho educativo, o interesse pela categoria docente e a participação de professores nos últimos eventos para discutir a luta da educação pública na educação brasileira, tem significativamente aumentado como interesse. Em duas das suas principais obras com vistas à sistematização da PHC, *Escola e Democracia* e *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*, Saviani guarda discussões relevantes no tocante às dimensões inseparáveis, porém distintas, que são a Educação e a Política. Em *Escola e Democracia*, Saviani (2018a) já admitia o seu projeto ambicioso e polêmico ao anunciar as suas teses sobre educação e política, prevendo os desafios que iria enfrentar ao relacionar o seu entendimento de democracia com o processo educativo.

A partir do entendimento feito pela PHC de que conhecimento é força de produção, “a luta na e pela educação torna-se um elemento *universalizante* das lutas sociais, articuladora dos interesses das classes subalternas na aquisição da “competência técnica” necessária a sua elevação à categoria de dirigentes e a superação do caráter subalterno”. Assim, essa dimensão política da educação fundamentada na apropriação de recursos técnico-científicos, como trabalho educativo de natureza não-material, compõem um complexo de estruturação e de elevação das consciências “cuja articulação entre “competência técnica” e “compromisso político” representa um importante momento da *práxis revolucionária*” posta pela PHC (BATISTA; LIMA, 2012, p. 34). Portanto, contrariando muitos críticos à PHC, podemos dizer que não se trata apenas da valorização de conteúdos escolares ou da busca pela qualidade do ensino público, mas de um processo de ação-transformação que se expressa por meio de uma concepção pedagógica revolucionária, fundamentada na prática social transformadora qualificada pela aquisição de conteúdos técnico-científicos.

Para finalizarmos a avaliação das respostas dos professores ao questionário, perguntamos se para eles, a sociedade atual, marcada pelo modo de produção capitalista, interfere no trabalho educativo em sala de aula. Sendo uma questão aberta, todos os professores discorreram livremente sobre ela. A maioria dos professores (20) disse que sim. Somente dois professores responderam negativamente: alegando um que o professor tem autonomia no trabalho educativo, e o outro afirmando que, o que parece ser interferências da sociedade capitalista é na verdade resultado de alunos mal preparados e desinteressados.

Entre aqueles que responderam positivamente, alguns justificam fazendo referência à relação entre educação escolar e a própria estrutura social capitalista:

**Professor 8:** “*Sim, interfere no momento que remunera pouco os professores, algo que parece cultural. Interfere no âmbito dos investimentos para educação (insumos escolares, atualização dos professores, modernização da escola). Para a sociedade brasileira investir em escolas está em outros planos. Quantas escolas conhecemos com 40, 50 até mesmo 60 alunos em sala. Qual a condição de educação individual pode-se dar a um aluno no meio desses 60? Como educador penso no grande fracasso que foi o ano letivo para aquele aluno no fundão da sala de aula com 40 alunos!*”

**Professor 15:** *“Claro que sim, desde os objetivos, demandas, valores, signos culturais, valorização material e relativismo da condição humana entre outros, dificultam o entendimento de valores sociais, de valorização individual quanto ao exercício de formação crítica, frente a valorização do sistema de mercadorias onde o importante é o que se tem a oferecer. O jovem, sobretudo o pobre tem de ser incluído no mercado de trabalho o quanto antes afim de mostrar sua força produtiva, enquanto a formação intelectual é mais incentivada aos herdeiros das camadas dominantes da sociedade, romper essa tradição é bastante trabalhoso e nem sempre efetivo”.*

Outros denunciaram o caráter reprodutivo da educação escolar frente aos ditames da sociedade do capital:

**Professor 10:** *“Não há neutralidade na Educação. Sendo assim, a sociedade e seu momento histórico vão interferir diretamente no trabalho educativo, não só no que se refere às políticas públicas para a Educação, como também na prática do professor, enquanto ser humano historicamente localizado nessa sociedade. A exemplo, vemos os sistemas de ensino, vendidos e comercializados. A escola enquanto empresa”.*

**Professor 12:** *“Sim. O trabalho educativo em sala de aula é reflexo do contexto social, político e econômico onde a escola está inserida, dessa forma, ela reproduz o modo de organização social e econômico vigente”.*

Notamos que, embora eles tenham tratado no decorrer do questionário, de questões que os fizessem pensar sobre a mediação da educação escolar em relação à sociedade, quase todos se limitaram a descrever suas respostas em função do caráter reprodutivista da educação, pois, nenhum desses professores considerou em suas respostas para essa questão, o caráter mediador ou transformador da educação escolar como prática social, oportunamente fundamentando-se através da PHC. Esperávamos que além de tratar da condição de mediação da educação como prática social, eles também pudessem levantar a questão da educação como contradição na sociedade do capital.

Subestimar as categorias de mediação e contradição, mesmo que não sejam compreendidas pela relação da escola com a sociedade, tal como a PHC também aborda, significa também não percebê-las como momentos que ocorrem no interior do próprio processo educativo escolar, como mediações e contradições da própria prática pedagógica diante dos conteúdos de ensino. É como compreender que a escola, pelo processo educativo, pouco ou quase nada altera das condições inatas, subestimando a capacidade intelectual do aluno em perceber as contradições e mediações dos conteúdos de ensino e até mesmo no papel interveniente ou mediador do professor em sua prática pedagógica. A ausência de entendimento sobre o que essas categorias representam para o processo educativo, tanto no interior da escola como na relação da escola com o seu exterior, é a ausência de uma competência importante para o educador para com sua atividade educativa.

Nesse sentido, ao fazermos a análise desses dados, compartilhamos de Abrantes (2018) o entendimento de que, se não é pela educação escolar que serão combatidos as desigualdades estruturais advindas do processo produtivo alienante do capital, por outro lado, as orientações metodológicas da PHC como prática pedagógica, indicam ser a educação escolar um meio fundamental na produção das condições de participação efetiva e posicionada na luta por condições mais humanas de existência. Num processo dialético de continuidade-ruptura, o processo educativo escolar, como o proposto pela PHC, permite “se

apropriar de modo crítico das conquistas históricas no campo dos conhecimentos e ao mesmo tempo romper com visões de mundo e práticas que consubstanciem relações de dominação e exploração” (*idem*, p. 102).

## 5.2 – Sínteses dos resultados do questionário

Em se tratando das discussões finais e como síntese dos resultados para sistematizar os objetivos do nosso trabalho, nós iremos concentrar nossa atenção nos temas discutidos pelo grupo de professores através do questionário, em virtude de as informações colhidas junto ao grupo de alunos, como já citamos anteriormente, serem insuficientes e pouco consistentes para os objetivos propostos como pesquisa. Em relação ao grupo de professores, podemos dizer que se trata de um grupo heterogêneo com diferentes concepções pedagógicas no conjunto de suas respostas, expressando até mesmo em alguns momentos, ideias e conceitos contraditórios ao referencial pedagógico que dizem participar. As respostas dos professores, mesmo apresentando contradições em termos de pensamentos isolados, quando avaliada coletivamente, nos permitiu obter posicionamentos e reflexões que validam os resultados como dados para a pesquisa. Como síntese dos resultados, as contradições e inconsistências eventualmente apresentadas nas respostas desses professores não invalidaram os objetivos do trabalho como pesquisa, pois são representações pessoais e internas do próprio processo investigativo, já esperadas e previstas como dado a ser analisado. Feito esses esclarecimentos, passemos a uma análise mais conclusiva para todo o grupo de professores.

Apenas a metade dos professores interrogados sabia da construção do submarino nuclear pelo Brasil e a maioria acha que, por agora, o Brasil não precisa de um submarino nuclear. A maior parte dos professores não endossa livremente o PROSUB e nem a construção de um submarino nuclear pelo Brasil. Eles têm muitas suspeitas em relação às empresas envolvidas no consórcio contratual do PROSUB e em relação aos investimentos aplicados, que segundo eles, poderiam ser melhor empregados em outras demandas para o país. Talvez por isso eles achem que as decisões sobre o emprego da energia nuclear e da construção de artefatos nucleares deveriam ser dos cientistas e dos cidadãos brasileiros, e não de militares. Ainda assim, classificam a construção do submarino nuclear e o programa nuclear brasileiro como eventos importantes para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, mas com preocupações quanto ao modo como é isso é realizado no Brasil.

Sobre a energia nuclear, eles manifestam um sentimento de curiosidade e insegurança. Parecem ter um conhecimento superficial sobre energia nuclear, desconhecendo sua eficiência como tecnologia e suas aplicações tecnológicas em sociedade: resumem seu conhecimento àquilo que é mais sensível como inovação tecnológica apresentada pela mídia e ao quanto é sensível no cotidiano como prática social. Os professores apontam ser o lixo nuclear e o risco de vazamento de radioatividade em usinas nucleares, os problemas mais sensíveis e problemáticos da tecnologia nuclear e consideram esses dois pontos os mais frágeis e preocupantes de todo o programa nuclear brasileiro.

Assim como vimos nas respostas dos especialistas civis da área de defesa em Martins Filho (2014), aqui também os professores não parecem desconhecer os ganhos tecnológicos de utilidade civil que o programa pode promover, embora expressem desconfiança e certa recusa em sua concretização como empreendimento científico e tecnológico para o país, mesmo para além de seu emprego militar. Esse sentimento de recusa e desconfiança não é por acaso. Possivelmente guarda relação com a memória política de nosso país, como um país

marcado por rupturas democráticas e grandes escândalos político-econômicos, estando presente no imaginário coletivo da população brasileira, o passado no desenvolvimento da energia nuclear no Brasil, como a saga da construção das Usinas Nucleares em Angra dos Reis e a história do acidente de Goiânia, bem como também os acontecimentos presentes, na participação da Odebrecht em diversos escândalos político-financeiros e ainda assim incluída como protagonista no consórcio de empresas que fazem parte do PROSUB.

Conforme apuramos em nossa revisão bibliográfica, a história do desenvolvimento da energia nuclear pelo Brasil, assim como a do Programa Nuclear da Marinha, que sempre objetivou um submarino nuclear, ainda é cercada de motivos obscuros para o cidadão comum, pois sempre estiveram envolvidas de controvérsias políticas, tramas sigilosas e de decisões políticas que nem sempre foram compartilhadas publicamente.

Como podemos constatar, são muitos e quase sempre justificáveis os motivos que levam os professores analisados à desconfiança e ao descontentamento no desenvolvimento de um submarino nuclear pelo o país. Podemos concluir sobre este ponto, dizendo que essas incertezas e a impossibilidade de prever um cenário futuro para o país, alimentadas pelo contexto da pandemia atual, pela enorme participação de militares no poder executivo e por nítidas demonstrações de tirania no descumprimento da Constituição Federal por parte do atual presidente da república, reforçam o medo, a insegurança e o descontentamento em parte da sociedade civil pela questão nuclear, uma vez que a Marinha sempre buscou alinhar o seu programa nuclear com o PROSUB. Os atuais PROSUB e PNM reforçam essas recusas e incertezas quanto aos seus reais objetivos à sociedade brasileira, mas também despertam curiosidades e esperanças sobre a questão nuclear e sobre o submarino nuclear como tecnologia e campo de trabalho, como aquelas que encontramos nas respostas dos professores pesquisados.

Neste sentido, julgamos como satisfatórias as respostas apresentadas pelos professores sobre o PROSUB, pois nos ajuda a compreender as impressões e contradições sociais sobre o programa, capacitando-nos a refletir sobre estratégias de ensino-aprendizagem que possam fazer do PROSUB um objeto elaborado do trabalho educativo como saber escolar. Nesse aspecto, entretanto, sentimos que algumas outras variáveis poderiam ser também discutidas na apreensão do PROSUB como fato social e prática social educativa. Podemos citar, por exemplo, saber mais dos conhecimentos dos professores sobre energia nuclear e poder situar que nível de domínio pedagógico eles estão da energia nuclear como conteúdo científico de ensino, ou saber com mais detalhes que expectativas gostariam de ver o PROSUB como objeto de ensino em ciências.

Situando o ponto de vista desses professores quanto a sua própria prática educativa, a maior parte dos professores disse conhecer a PHC e o seu principal autor. Eles parecem ter entendimento de que a relação entre educação e sociedade é uma relação mediada, em que a educação escolar sofre com os problemas da sociedade ao mesmo tempo em que também, não agindo sozinha, pode conter as soluções para resolver esses mesmos problemas em sociedade.

Como conceitos principais que fundamentam a PHC, eles predominante reconhecem: o saber elaborado e sistematizado como saber escolar; a função mediadora da educação escolar; a compreensão da educabilidade humana como sendo de natureza histórico-social, tanto na espécie como no gênero humano; o aspecto transformador da escola não reiterando o cotidiano, denunciando o imediatismo como conhecimento e desocultando os aspectos essenciais presentes nas relações sociais; e a prática social como ponto de partida e de chegada do trabalho educativo. Focando no grupo daqueles que disseram conhecer a PHC,

soa um pouco estranho e até mesmo inconsistente, eles não reconhecerem a especificidade da educação como prática social, como trabalho não-material, e não apontarem o materialismo histórico-dialético e suas categorias como fundamentos da PHC, uma vez que esses são pontos latentes e mais frisados na comunicação da PHC pelo seu autor principal e por todos que a constroem coletivamente como teoria da educação. Entretanto, esse mesmo grupo de professores, faz a denúncia sobre o tratamento político que a PHC dá aos conteúdos escolares e à socialização do saber elaborado como função política da escola, reconhecendo-os como os mais sensíveis e alvo de críticas por parte de seus adversários.

Sobre suas práticas educativas como professores de ciências naturais, eles parecem se dividir entre aqueles que levam os seus alunos a questionarem criticamente a realidade como possibilidade de transformação social e concepção de mundo, e outros que valorizam a experiência dos alunos por descobertas, levando-os a aprender a aprender. O modo como organizam seus conteúdos para o ensino se dá conforme são selecionados e organizados pela matriz curricular oficial de seus sistemas de ensino, sem fazer distinção entre turmas de alunos; ou seguem seus próprios instintos e experiência como docentes, como um conhecimento tácito que adequa o planejamento e a organização do ensino conforme o que eles percebem como necessidade de seus alunos. Entretanto, possuem uma visão difusa quanto ao que entendem por aprendizagem humana, variando entre uma concepção inata e uma construção social.

Os professores compreendem que o saber escolar é constituído de conhecimentos elaborados, historicamente construídos e determinados cientificamente, variando entre conhecimentos clássicos e modernos, que podem não fazer parte do cotidiano dos alunos, mas que têm a finalidade de ajudá-los a resolver os problemas de sua vida prática e social.

Assim como ocorreu para o entendimento do que é a aprendizagem, esse grupo de professores também possui uma visão bem difusa, quase impossível de decifrar apenas por esse instrumento, quanto ao entendimento do que é ciência. Podemos interpretar de suas respostas, que eles percebem a ciência como algo entre um conhecimento humano racional ou uma técnica humana racional, constituídas por uma linguagem racional precisa que é capaz de prever, calcular, descrever, comunicar e controlar fenômenos naturais ou sociais através da busca por verdades universais. A complexidade inerente aos conceitos de ciência e de aprendizagem humana pode talvez explicar a nossa dificuldade em captar os conceitos e as posições assumidas como respostas desses professores, fato que pode demandar para um melhor entendimento dessas categorias, a realização de futuras investigações com esse objetivo.

Notadamente podemos incorrer na descrição de que estamos diante de um grupo de professores que tem aspirações positivistas para o entendimento do que é a ciência. Nesse sentido, para eles, a importância de se ter o submarino nuclear brasileiro como conteúdo de ensino de ciências se faz em virtude de sua contextualização como aplicação tecnológica, observando-se sua implicação ético-política e ambiental na construção de uma sociedade mais democrática. Para tal, necessitam para a sua prática educativa como professores de ciências, ter acesso a bons recursos didáticos, possibilidades de uma formação continuada e uma carreira profissional estável, reconhecida e valorizada socialmente.

Ainda sobre ser o PROSUB um conteúdo de ensino para as disciplinas de ciências naturais, eles o identificam como sendo um conhecimento que tem afinidades epistemológicas com a proposta CTS de educação em ciências, cuja relevância como conteúdo de ensino está na aplicação do conhecimento científico para o mundo do trabalho.

Conforme esses aspectos apresentados e analisando de um ponto de vista mais pedagógico o que os professores descrevem de suas práticas, temos claramente um grupo de professores dividido entre duas tendências progressistas em educação: uma mais alinhada a vertente crítico-social e outra construtivista-tecnicista, mas que em ambos os casos, apresentam um entendimento muito próximo de uma concepção idealista-tecnicista do que é o conhecimento científico.

Se as respostas desses professores endossam uma prática educativa de afinidades à neutralidade da CT em sociedade e é correspondente a um determinismo tecnológico como ensino de ciências, este é um aspecto que requer novas investigações. Se a autoanálise desses professores sobre suas práticas educativas estão mais alinhadas a perspectivas mais conservadoras ou revolucionárias pedagogicamente, não podemos ser mais conclusivos quanto a isso, uma vez que, explicar a afinidade deles a esses determinantes epistemológicos, não é nosso objetivo como pesquisa.

Reconhecemos que os dados analisados das respostas dos professores ao questionário, como também os dados coletados pela pesquisa bibliográfica e organizados na fundamentação teórica, possibilitaram reflexões que nos permitiram fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica a partir do programa de submarinos – o PROSUB. Reconhecemos que os elementos e as discussões aqui apontados são elementos referenciais importantes para qualificar uma proposta de ensino histórico-crítica. Importa, pois, dizer que, para os objetivos desse trabalho, essas apreciações tomadas a partir das respostas dos professores como dado de pesquisa, cumprem o esboço metodológico definido para o trabalho e são satisfatórias como subsídios para que possamos reconhecer que é possível fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear para o Ensino Médio a partir do programa de desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro.

Tomar como referência esses fundamentos é assumir, para cada um de nós como professores da Educação Básica, desafios e necessidades muito maiores do que os apresentados nesse trabalho. Mas é somente desse modo, como sujeitos críticos e reflexivos da realidade de nossa prática educativa, que conseguiremos contemplar a possibilidade de transformação daquilo que denunciemos. Nós acreditamos que, ao ser possível fundamentar uma proposta de ensino histórico-crítica sobre energia nuclear a partir do programa de desenvolvimento de submarinos, estará contribuindo satisfatoriamente para a melhoria das condições objetivas no ensino da Física e para a Educação em Ciências como campo de pesquisas da educação escolar.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem dois pontos fulcrais como razão de sua processualidade como pesquisa educacional e científica: o reconhecimento da centralidade do capital como regência social, tendo na forma mercadoria a matriz da reprodução de valores da prática social; e a necessidade de superação dessa mesma sociedade do capital, por outra forma societária que privilegie a humanidade em seus aspectos histórico-ontológicos como ciência, ética humana e do valor estético. Nesse sentido, vislumbramos a urgência de uma educação escolar como processo ontológico de formação humana, conduzida por uma pedagogia histórico-crítica que articule dialeticamente teoria e prática, educador e educando, na construção de objetividades como práticas sociais, capazes de realizar o fim de um processo societário e conduzir à epígrafe de outro.

Entretanto, não tomamos de imediato o problema da educação escolar como um problema puramente pedagógico, mas sim em sua relação mais ampla com todas as esferas da sociedade. E também nos distanciamos dos grupos de tendências pedagógicas que buscam tratar unilateralmente desse problema, seja pelo viés das teorias de ensino ou pelas teorias da aprendizagem, focando, ora no trabalho do professor, ora no comportamento do aluno, como fazem os posicionamentos pedagógicos hegemônicos mais tradicionais ou os posicionamentos das pedagogias do “aprender a aprender”.

Na situação atual, em que tanto se interroga sobre o papel social da escola, tempo esse marcado por retrocessos políticos que atacam e colocam em cheque as instituições democráticas de nosso país, torna-se mais necessário ainda falar e refletir sobre a dimensão política como função pedagógica da educação escolar, principalmente através da escola pública. Entretanto, sem deixar de reconhecer que os problemas históricos e políticos externos interferem no fazer pedagógico do interior da escola, assumimos que ela existe, pois, para propiciar a socialização dos instrumentos que possibilitam o acesso da ciência como saber elaborado, principalmente numa sociedade historicamente desigual e marcada por interesses antagônicos de classe, como a sociedade brasileira. Pensamos que as atividades da escola básica, principalmente da escola pública, devem organizar-se em função dessa questão (SAVIANI, 2019b).

Mais especificamente quanto a Física no Ensino Médio, isso nos leva à necessidade de se refletir sobre os conteúdos disciplinares e seus modos de ensino, principalmente com as reivindicações atuais de inclusão da Física Moderna e Contemporânea como proposta curricular, tentando inovações tecnológicas e conceituais como práticas de ensino. Como vimos, muitos autores e até mesmo professores, tem reclamado que o ensino de Física no Ensino Médio não tem priorizado os conhecimentos científicos que marcaram a revolução dessa disciplina no início do século XX, ou acompanhado os avanços científicos e inovações tecnológicas decorrentes dessa revolução, e que, portanto, tem se mostrado cada vez mais distante da realidade social dos alunos (TERRAZAN, 1992; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011; JUNIOR; SOUZA CRUZ, 2003).

Percebemos que essas considerações carecem de uma reflexão melhor como mediação teórica, como a de fundamentar esse distanciamento reclamado e postular apenas mudanças no processo didático ou de currículo como relação de conteúdos de ensino, típicas de perspectivas que intencionam apenas mudar os procedimentos de ensino, sendo incapazes de reflexões mais amplas que fundamentam a produção do conhecimento científico como prática social e incapaz de propiciar uma mudança estrutural em sociedade.

Assim, tomando como objeto de pesquisa o programa que levará ao submarino nuclear brasileiro e fazendo da energia nuclear conteúdo de ensino e conhecimento da Física, vislumbrou-se uma ação pedagógica crítica que busca privilegiar a importância das interações histórico-dialéticas na construção do conhecimento, compreendendo a aprendizagem como um processo de participação social e resultante de processos professor-aluno mediados em sala de aula como saber escolar. Essa elaboração estratégica em pesquisa levou em consideração os determinantes e as contradições históricas dos aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos e estéticos do conhecimento como prática social. E como perspectiva pedagógica crítica, compreende que o conhecimento é também uma atividade epistêmica como força produtiva e que, portanto, encontra-se em disputa como interesse de classe. Por isso mesmo, admite que é relevante para a educação escolar, discorrer sobre os critérios ontológicos do ensino e da aprendizagem como unidade dialética e sobre que conhecimentos são válidos ou não como saber escolar.

Concluimos este trabalho reconhecendo que não é possível um tratamento histórico-crítico ao ensino escolar, sem o perfeito entendimento e domínio dos fundamentos teórico-filosóficos que embasam a PHC como teoria da educação. Bem como reconhecemos ser a PHC, conforme idealizada por Dermeval Saviani e em construção coletiva por diferentes autores engajados, a única concepção pedagógica capaz de fundamentar a educação escolar histórico-criticamente. Capaz não só de oferecer posicionamentos reflexivos sobre as determinações e contradições dos problemas que afligem a educação escolar brasileira, como também conter em seu arcabouço, as máximas possibilidades de superação desses problemas. Como já assinalamos, a não compreensão e domínio desses fundamentos, reduzem o método proposto pela PHC a procedimentos de ensino, gerando simplificações, esquematismos e inadequações, que tornam a prática de ensino em mera receita de passos estanques e mecanicamente articulados, transformando-a numa “didatização e desmetodização do método da pedagogia histórico-crítica” (LAVOURA; MARTINS, 2017; GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Cabe ainda ressaltar, conforme teoriza a PHC, comumente nós professores nos preocupamos em guiar o nosso planejamento e ensino pelo sujeito empírico (aparente, imediato), quando deveríamos nos guiar pelo sujeito concreto de múltiplas determinações sociais e que precisa dominar conhecimentos para compreender e operar na sociedade em que está inserido. Como existe na prática social educativa concreta, uma relação dialética entre indivíduo e gênero humano, reconhecemos que pode também o trabalho educativo escolar experimentar e estabelecer soluções para os problemas colocados à humanidade como gênero humano. Uma vez que, é pelo processo produtivo humano na forma de trabalho, em sua processualidade dinâmica e transformadora, que os indivíduos alcançam as suas máximas capacidades de realização; mas é também pelo trabalho, fragmentado e desqualificado pela forma social capitalista, que o indivíduo pode se alienar, constituindo-se como limite objetivo e subjetivo à essência humana como gênero humano.

Essa pesquisa como trabalho no âmbito da educação, nos trouxe a confirmação de que a questão central da prática pedagógica, posto pelo trabalho educativo da PHC, é o problema das formas, dos processos e dos métodos como intencionalidades teórico-práticas, que viabilizam o domínio de determinado conteúdo científico, filosófico ou artístico como prática social. Isso nos permitiu reafirmar que esse é um processo de transformação do saber elaborado em saber escolar, por meio do qual se seleciona da prática social como conjunto do saber sistematizado e cultura humana, os meios e os instrumentos relevantes para o

desenvolvimento de capacidades nos alunos, de modo que, numa sequência tal, possibilite a eles agir em sociedade (SAVIANI, 2011a).

Ao buscarmos um posicionamento histórico-crítico sobre o ensino da energia nuclear, refletimos sobre os conhecimentos que são transmitidos na escola e assim compreendemos que os conhecimentos elaborados, como o científico e o tecnológico, não são construídos no interior da escola pelos alunos. Eles são produtos do legado histórico-social da humanidade e que, portanto, devem ser socializados e transmitidos democraticamente pela escola para que todos os indivíduos se humanizem plenamente. Constatamos com o tratamento dado à pesquisa, que o problema da desvalorização da educação pública também nos leva à questão das formas, dos modos e dos tipos de conhecimentos que são transmitidos como saber escolar, entendendo que é somente com o domínio da cultura como conhecimento elaborado, necessário para o entendimento dos problemas postos pela prática social, que o indivíduo marginalizado poderá ter consciência da sua condição social de exclusão e a partir dela buscar pela sua superação e transformação. Como mencionou Saviani (2018a), é dominando o saber dos dominadores, que o dominado consegue se libertar da sua condição de dominação. É esta a contradição mediadora da educação escolar no seio da prática social global como meio de libertação e condição revolucionária da pedagogia como conhecimento humano.

Como contribuições para o Ensino Médio, o tratamento dado ao PROSUB como prática social, o ensino histórico-crítico é capaz de explicitar como a ciência se converte em potencia material no processo de produção, oferecendo explicações não só do domínio teórico, mas também prático sobre o modo como o saber se articula com o processo produtivo. Assim, pelo fundamento histórico-crítico, o horizonte que deve nortear a organização do Ensino Médio, é o de propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas utilizadas na produção, e não o mero adestramento em técnicas produtivas. Nessa perspectiva, tomamos das formulações de Saviani (2018a; 2011a; 2003) a partir de Marx, o conceito de *politecnia* como competência formativa para o Ensino Médio, entendido como especialização e domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas utilizadas na produção moderna, tratando-se de se concentrar nas modalidades fundamentais que dão base à multiplicidade de processos e técnicas de produção atualmente (SAVIANI; DUARTE, 2012).

Apoiando-nos nesse conceito de politecnia e pensando o Ensino Médio brasileiro, concluímos que o que caracteriza a relação entre educação e trabalho é uma falta de articulação entre o “mundo da educação”, que deve desenvolver as capacidades intelectuais dos alunos independentemente das necessidades do sistema produtivo, e o “mundo do trabalho”, que exige por parte dos alunos o domínio de funções operacionais que são ensinadas especificamente como formação profissional. Compreendemos essa diferença pelo caráter de classe do sistema educativo brasileiro, uma vez que a distribuição dos alunos pelas diferentes modalidades de formação se dá pela sua origem de classe. Historicamente nesse país, como educação pública para a maioria da população brasileira, quando é possível, é oferecido apenas a educação do “mundo do trabalho” (KUENZER, 2001). Sabemos que o enfrentamento dessas questões como competência para o Ensino Médio brasileiro, tem sido dificultado por reformas curriculares não democráticas como política educacional e que não estão comprometidas com a democratização do saber. Acreditamos que a PHC e seu método de ensino, através da socialização do saber elaborado como dimensão política de seu trabalho educativo, tem muito a acrescentar à educação brasileira.

Todas as discussões aqui realizadas, longe de esgotarem as possibilidades de reflexão sobre o tema, nos trouxeram convergências que remetem à necessidade de se pensar também uma proposta pedagógica que dê conta das demandas específicas em Educação em Ciências, revelando as fragilidades nessa área das propostas e tendências dominantes como campo de pesquisa e organização do ensino escolar.

Acreditamos que o posicionamento pedagógico histórico-crítico tem muito a contribuir na solução dos enfrentamentos apresentados pelos campos epistemológicos atuais em Educação em Ciências, como aqueles da Alfabetização Científica, da Educação CTS e o de Questões Sociocientíficas, podendo inaugurar uma nova perspectiva de ensino e aprendizagem, dotada de uma dimensão mais humana e política como campo de ação para o trabalho educativo no ensino de ciências. Certamente, ponderações como a racionalidade técnica, o determinismo tecnológico e o discurso neutro da ciência, poderão ser dirimidas pela reflexão da prática pedagógica histórico-crítica, bem como possibilitar novas formas de pensar e organizar os conteúdos disciplinares em função desses problemas, trazendo à tona novas contribuições e soluções. Essa sistematização do ensino histórico-crítico, impõe à escola e ao fazer pedagógico dela associado, novas competências quanto a sua finalidade primária e específica, que é tratar de forma mais eficaz a relação professor-aluno na transmissão-assimilação dos conteúdos às novas gerações, na valorização dos conhecimentos clássicos e historicamente elaborados como saber escolar.

Fechamos nossas considerações afirmando que elas são conclusivas pra os objetivos iniciais propostos, mas de modo algum encerram as reflexões das contradições aqui abordadas. Para ilustrar esse caráter de continuidade e de educação humana como dever ser, ficamos com a lúcida conclusão de Florestan Fernandes sobre a lição deixada pela nossa trajetória histórica mais recente:

Não foi um erro confiar na democracia e lutar pela revolução nacional. O erro foi outro – o de supor que se poderiam atingir esses fins percorrendo a estrada real dos privilégios na companhia dos privilegiados. Não há reforma que concilie uma minoria prepotente a uma maioria desvalida. [...] O que devemos fazer não é lutar pelo Povo. As nossas tarefas são de outro calibre: devemos colocar-nos a serviço do Povo brasileiro para que ele adquira, com maior rapidez e profundidade possíveis a consciência de si próprio e possa desencadear, por sua conta, a revolução nacional que instaure no Brasil uma nova ordem social democrática e um estado fundado na dominação efetiva da maioria. (FERNANDES, 1977, p. 245-246)

## 7. REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A.A. Como ensinar? O método da Pedagogia Histórico-Crítica e a aula como unidade concreta de relações sociais. In: PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. (Org.). *Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas*. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018, p. 99-116.
- ABRANTES, A.B.; DA SILVA, N.R.; MATINS, S.T.F. (Orgs.). **Método Histórico-social na Psicologia Social**. Série Psicologia Social. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005, 156p.
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? 1994. p.47-59 In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.
- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Portugal: Edições Pedagogo, 2009.
- ALMEIDA, M. J. P. J. O papel do professor no material para o ensino da física. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 264-268, 1989.
- AMAZUL. **Plano Estratégico Amazul**. SAGRES. São Paulo, junho, 2014.
- ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de; SANTOS, Tatiane Lopes dos. A dinâmica política da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1956-1960. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciênc. Hum., Belém, v. 8, n. 1, 2013, p. 113-128. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v8n1/v8n1a07.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2019.
- ANDRADE, I.O de. ; FRANCO E SILVA, M.M.F. ; HILLEBRAND, G.R.L.; FRANCO, L.G.A. Submarino Nuclear Brasileiro: Defesa Nacional e Externalidades Tecnológicas. **Texto para Discussão**. Brasília: IPEA, novembro de 2018.
- ANGOTI, J.A.P. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Florianópolis: SC, vol.15, nºs 1-4, p.191-198, 1993.
- ANGOTTI, J.A.P e AUTH, M.A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.
- ARAPIRACA, J. O. A USAID e a educação. São Paulo: Autores Associados/Cortez, 1982, 190 p.
- ARROYO, M.G. Educação e exclusão da cidadania. In: BUFFA, E. ; ARROYO, M.; NOSELLA, P. **Educação e cidadania**. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. 3ª ed. n.23. São Paulo: Cortez & Autores associados, 94p. 1991.
- ARRUDA, Marco Aurélio de. O programa de construção de Submarinos (PROSUB) do Brasil. **HEMISFERIO**, vol 4, 2018.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo paradigma? **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.05, n.01, p.68-83, março 2003.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. Campinas, v.1, numero especial, p. 1-20, 2007.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. 2011. p.73-97. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS E Educação científica – desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las Relaciones CTS em la Educación Científica**. 2006a.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 5, Nº2, 337 – 355, 2006b.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização científico – tecnológica para quê? **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.03, n.02, p.122-134, jul-dez 2001.

AULER, D. e BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p.1-13, 2001.

AZEVEDO, R.O.M. *et Al.* Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática** v.9 (18) jan-jun 2013. p.84-98.

BACZINSKI, A.V. A pedagogia histórico-crítica no estado do Paraná: continuidades e rupturas. In: MARSIGLIA, A.C.G.; BATISTA, E.L. (Org.). **Pedagogia Histórico-Crítica – desafios e perspectivas para uma educação transformadora**. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

BALZAN, C. S.; ORSO, P. J. Os desafios da institucionalização e implementação da pedagogia historicocrítica nos anos iniciais do ensino fundamental de Itaipulândia-PR. **Germinal: Marxismo e Educação**. Salvador, v. 5, n. 2, p. 159-174, dez. 2013.

BARRA, V. M. ; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950-1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 1970-83, dezembro de 1986.

BATISTA, E.L.; LIMA, M.R. A pedagogia histórico-crítica como teoria pedagógica transformadora: da consciência filosófica à prática revolucionária. In: MARSIGLIA, A.C.G.; BATISTA, E.L. (Org.). *Pedagogia Histórico-Crítica – desafios e perspectivas para uma educação transformadora*. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

BILESKEY, P *et all.* **O concreto autodensável em obras de instalações nucleares**. Anais do 56º Congresso Brasileiro do Concreto. Natal/RN: IBRACON, outubro, 2014.

BITTENCOURT, C. M. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, M. A.; RANZI, S. **História das disciplinas escolares no Brasil**: contribuição para o debate. Bragança Paulista: EDUSF, 2003. p. 9-38.

BOTELHO, Maurílio Lima. **Epidemia econômica: Covid-19 e a crise capitalista**. Blog da Boitempo. 02 de abril de 2020. Publicado em:<<https://blogdaboitempo.com.br/2020/04/02/epidemia-economica-covid-19-e-a-crise-capitalista/>>, acessado em: 12/04/2020.

BRASIL. **Desenvolvimento de submarinos convencional e nuclear (prosub)**. Senado Federal: SIGA Brasil – Painel Cidadão, 2020. In.<[http://www9.senado.leg.br/QvAJAXZfc/opedoc.htm?document=senado%2FSigaBrasilPaineICidadao.qvw&host=QVS%40www9&anonymous=true&select=lbTemas,\\*000887\\*](http://www9.senado.leg.br/QvAJAXZfc/opedoc.htm?document=senado%2FSigaBrasilPaineICidadao.qvw&host=QVS%40www9&anonymous=true&select=lbTemas,*000887*)> Acessado em: 10/10/2020.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394. Brasília: 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologia**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Defesa. Política nacional de Defesa – Estratégia Nacional de Defesa. 2008. In.: <[https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf)> Acesso em: 12/10/2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Glossário das Forças Armadas – MD35-G-01**. 5ª ed. Brasília: Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, 2015.

BRASIL. **Lei 13.415**, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo DecretoLei nº 5.452, de 1 de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Senado Federal, 2017. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/602639/publicacao/15657824>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.600, de 05 de dezembro de 2018. Consolida as Diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 06 dez. 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 20/03/2019.

BRASIL NUCLEAR. Programa Nuclear da Marinha – a energia nuclear no radar do desenvolvimento tecnológico brasileiro. **Informativo da Associação Brasileira de Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, ano 25, Número 49, Dezembro, 2018.

BRASIL NUCLEAR. Programa Nuclear Brasileiro – com toda energia. **Informativo da Associação Brasileira de Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, ano 26, Número 50, Outubro, 2019.

BUFFA, E. ; ARROYO, M. ; NOSELLA, P. **Educação e cidadania**. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. 3ª ed. n.23. São Paulo: Cortez & Autores associados, 94p. 1991.

CACHAPUZ, A.F. Tecnociência, poder e democracia. 2011. p.49-72. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Org.). **CTS E Educação científica – desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

CACHAPUZ, A.F. *et Al.* Do estado da arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência-Tecnologia Sociedade”. **Alexandria Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p.27-49, mar. 2008. Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/fies/2012/03/CACHAPUZ.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2018.

CAMPOS, L.B.; CRUZ, F.A.O.; PORTO, C.M. Proposta de abordagem temática com enfoque CTS no ensino de Física: produção de energia elétrica. **e-Mosaicos Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)**, v.5, n.10, p.46-66, dez 2016.

CARVALHO, J.F. O espaço da energia nuclear no Brasil. **Estudos Avançados**, n.26 (74), 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p.3-19, 1996.



CASAES JUNIOR, C. Alt. Adalberto. O submarino nuclear brasileiro. Uma visão. **Revista Marítima Brasileira**. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, v.129, n. 04/06, abr/jun 2009.

CASTRO, B.M; BRANDINI, F.P.; DOTTORI, M.; FORTES, J.F. A Amazônia Azul: recursos e preservação. **Revista USP**. São Paulo, n. 113, p. 7-26, abr/mai/jun, 2017.

CDTN – CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR. **Projeto DES-SAL – um pequeno PWR para Dessalinização nuclear**. In:< <http://www.cdtm.br/ultimas-noticias/62-comunicacao/312-projeto-des-sal-um-pequeno-pwr-para-dessalinizacao-nuclear>> Acessado em: 30 de abril de 2020.

CEREZO, J. A. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 41-68, 1998.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** 14ª Ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2017.

CHASSOT, Ático. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

CHASSOT, Ático. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, n.22, jan/abr. 2003, p.89-100.

CHEPTULIN, Alexandre. **A Dialética Materialista: Categoria e Leis da Dialética**. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1982.

CHERVEL, André. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**. São Paulo, n.2, p.177-229, 1990.

CNEM – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Reator Multipropósito Brasileiro – RMB**. In:< [http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/RMB\\_2.pdf](http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/RMB_2.pdf)> Acesso em 20/04/2020.

COLETIVO DE AUTORES. **Metodologia do ensino da Educação Física**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CORRÊA, Fernanda das Graças. **O Projeto do Submarino de Propulsão Nuclear na visão de seus protagonistas: uma análise histórica de Geisel a Lula (1974 – 2009)**. Dissertação. 259 p. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em História Comparada, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

CORRÊA, Fernanda das Graças. Políticas & Aquisições de Defesa: uma análise histórica da parceria estratégica França-Brasil nos séculos XX E XXI. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 32, n. 65, p. 92-116, mai/ago 2017. Disponível em: <<https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/952>>. Acesso em: 07 may 2020.

CORRÊA, Fernanda da Graças. Projeto do submarino nuclear brasileiro: ciência, tecnologia, cerceamento e soberania nacional. **Revista Marítima Brasileira**. Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, v.132, n.07/09, jul./set. 2012.

CORRÊA, Fernanda da Graças. **99 da Força de Submarinos: História e Poder da Marinha do Brasil.** A Defesa em Debate. 19 de julho de 2013. In: <<http://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/11533/A-Defesa-em-Debate---FORCA-DE-SUBMARINOS-DA-MB---UMA-HISTORIA-DE-PODER/>> Acesso em: 10/01/2020.

COTTA, R.M. **LABGENE E DESSAL: perspectivas e oportunidades.** I Simposio de Tecnologias Nucleares – Desenvolvimento Sustentável para o Brasil. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 04 de setembro de 2017.

CURY, C.R.J. **Educação e Contradição: elementos metodológicos para uma teoria crítica.** 2º ed. São Paulo: Cortez, 1989, 181p.

DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência.** Campinas-SP: Editora da UNICAMP, 2008.

DAGNINO, R.; SILVA, R.B.; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? 2011, p. 99-134. (In.) SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Org.). **CTS E Educação científica – desafios, tendências e resultados de pesquisa.** Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

DANTAS, Vera. CTMSP amplia estrutura do Centro Experimental de Aramar. 2018. p. 16 a 18. REVISTA BRASIL NUCLEAR. Programa Nuclear da Marinha – a energia nuclear no radar do desenvolvimento tecnológico brasileiro. **Informativo da Associação Brasileira de Energia Nuclear.** Rio de Janeiro, ano 25, Número 49, Dezembro, 2018.

DA SILVA, Alberdan Eupídio Magalhães. **Implementação das questões sociocientíficas (QSCs) no processo de ensino e aprendizagem da física no ensino médio.** Dissertação. 2017. Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade federal do Amazonas. Manaus, 2017, 122p.

DEFESANET. **MB inaugura a Unidade Piloto de Hexafluoreto de Urânio e o Centro de Instrução e Adestramento Nuclear ARAMAR.** 16 de fevereiro de 2012. In:<<http://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/4822/MB-inaugura-a-Unidade-Piloto-de-Hexafluoreto-de-Uranio-e-o-Centro-de-Instrucao-e-Adestramento-Nuclear-ARAMAR>> Acessado em: 12/10/2019.

DEFESANET. **PROSUB DOCS. MD** – Apresentação do PROSUB e o Programa Nuclear da Marinha. 08 de dez. 2018 <[http://www.defesanet.com.br/prosub\\_doc/noticia/31387/MD---Apresentacao-do-PROSUB-e-o-Programa-Nuclear-da-Marinha/](http://www.defesanet.com.br/prosub_doc/noticia/31387/MD---Apresentacao-do-PROSUB-e-o-Programa-Nuclear-da-Marinha/)> Acessado em 22/10/2018.

DEFESANET. **COBERTURA ESPECIAL - PROSUB: MPF aponta superfaturamento de R\$ 2,8 bilhões.** 24 de março de 2018. <<https://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/28798/PROSUB---MPF-aponta-superfaturamento-de-R%24-2-8-bilhoes/>> Acessado em 23 de dezembro de 2019.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas aplicadas. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 21: p. 145-175, ago. 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. Coleção Magistério 2º grau – Série Formação geral. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DE MATTOS, J.R. ; GUIMARÃES, L. Programa da propulsão nuclear da Marinha do Brasil: catalisador do desenvolvimento tecnológico nacional. International Nuclear Atlantic Conference – XIII ENFIR. Rio De Janeiro/Brazil: august de 2008.

DEMO, P. **Cidadania tutelada e cidadania assistida**. São Paulo: Autores Associados, 1996.

DHENIN, Miguel Patrice Philippe. O papel das Forças Armadas no planejamento e na implantação da matriz energética brasileira. Os casos do petróleo e da energia nuclear. Dissertação de mestrado –Estudos Estratégicos da Segurança e da Defesa. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.

DIOGO, R.C. ; GOBARA, S.T. Educação e ensino de ciências naturais/Física no Brasil: do Brasil colônia a Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v.89, n.222, p.365-383, maio/ago, 2008.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Direito Administrativo**. 22. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DOMINGOS, Charles S. M.. **O Nacionalismo na Experiência Democrática (1945-1964): Um conceito em transformação**. In: IX Encontro Estadual de História, ANPUH-RS. 2008.

DOS SANTOS, C.S. **Ensino de Ciências: abordagem Histórico-Crítica**. 2º ed. São Paulo: Autores Associados, 88p. 2012.

DUARTE, N. Relações entre ontologia e epistemologia e a reflexão filosófica sobre o trabalho educativo. **Revista Perspectiva**. Florianópolis, v.16, n.29, p. 99 – 116, jan/jun, 1998.

DUARTE, N. As pedagogias do aprender a aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**, n. 18, Set/Out/Nov/Dez 2001.

DUARTE, N. (Org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. Campinas: Autores Associados, 2004, 247p.

DUARTE, N. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski**. 3ª ed. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas, SP: Autores Associados, 115p. 2008a.

DUARTE, N. **Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões? Quatro ensaios crítico-dialéticos em educação**. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas, SP: Autores Associados, 108p. 2008b.

DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. 2010, p. 33-49. In: MARTINS, LM.; DUARTE, N. (Orgs.). **Formação de professores: limites**

**contemporâneos e alternativas necessárias.** São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 191 p.

DUARTE, N. Luta de classes, educação e revolução. 2012, p. 149- 165. In: SAVIANI, D. ; DUARTE, N. (Org.). **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar.** 11ª ed. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas: Autores associados, 2012.

DUARTE, N. **A individualidade para si – contribuição a uma teoria histórico-crítica da formação do indivíduo.** 3 ed. Edição comemorativa. Campinas, SP: Autores Associados, 254p. 2013.

DUARTE, N. **Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo.** Campinas, SP: Autores Associados, 149p. 2016.

DUARTE, N. Educação escolar e formação humana omnilateral na perspectiva da pedagogia histórico-crítica. 2017, p. 101-122. In: LOMBARDI, José Claudinei (Org.). **Crise capitalista e educação brasileira.** Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2017, 166p.

EXAME. **Economia – Defesa terá o dobro do orçamento para investimentos para 2021.** Agência O Globo, publicado em 04/09/2020. In: < <https://exame.com/economia/defesa-tera-o-dobro-do-orcamento-para-investimentos-para-2021/>> Acessado em 05/09/2020.

FACCI, Marilda Gonçalves Dias. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigostski. **Cad. CEDES.** 2004, vol.24, n.62, pp.64-81.

FAZENDA, I. (Org.). **Metodologia da Pesquisa Educacional.** São Paulo: Cortez, 1991.

FERNANDES, Florestan. **A sociologia no Brasil.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1980.

FERRARO, Alceu R. Quantidade e qualidade na pesquisa em educação, na perspectiva da dialética marxista. **Pro-Posições,** Campinas, v. 23, n. 1 (67), p. 129-146, jan./abr. 2012.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber a Matemática no Brasil. **Zetetikê,** v. 3, n. 4, 1995.

FLEURY ROSA, Mário Fabricio. **A física atômica no Brasil: da questão das areias monazíticas à CPI de 1956.** Dissertação (Mestrado em História) - Programa de Pós-Graduação em História da Universidade de Brasília –UnB, Brasília/DF, 2013.

FLORES, Mário C. **Bases para uma Política Militar.** Campinas: Ed. Unicamp, 1992.

FRACALANZA, Hilário. O ensino de ciências no Brasil. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil.** Campinas: Komedi, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, Paulo. **Política e Educação: ensaios**. 5ª ed. Questões da Nossa Época. São Paulo: Cortez, 2001a, 57p.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001b. Disponível em: <<http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/eduliber.pdf>>.

FRIGOTTO, G. O Enfoque da Dialética Materialista Histórica na Pesquisa Educacional. In: FAZENDA, I. (Org.). **Metodologia da Pesquisa Educacional**. São Paulo: Cortez, 1991.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Fundamentos científicos e técnicos da relação trabalho e educação no Brasil de hoje. 2006. p.241-288. In: LIMA, J.C.F., and NEVES, L.M.W. (Orgs.). **Fundamentos da educação escolar do Brasil contemporâneo**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2006, 320 p.

FRIGOTTO, Gaudêncio. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas Ciências Sociais. **Revista do Centro de Educação e Letras**. Foz do Iguaçu, v. 10 - nº 1 - p. 41-62 1º sem. 2008.

FOUREZ, Gerard. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**. Número Especial, V8(2), pp. 109-123, 2003.

GAMBOA, S. S. Quantidade-qualidade: para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. In: SANTOS FILHO, J. C. dos; GAMBOA, S. S. **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2007. p. 84-110.

GADOTTI, Moacir. A preocupação com a especificidade da educação: a "pedagogia dos conteúdos". In: **Pensamento pedagógico brasileiro**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2004. p. 99-113. (Série fundamentos, 19).

GADOTTI, Moacyr. **Concepção dialética da educação: um estudo introdutório**. 9ª ed. São Paulo: Cortez, 1995, 175p.

GADOTTI, Moacyr. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione – Série Pensamento e Ação no Magistério, 1991.

GALVÃO, A.C.; LAVOURA, T.N.; MARTINS, L.M. **Fundamentos da Didática Histórico-Crítica**. Campinas/SP: Autores Associados, 180p. 2019.

GAMA, C.N. **Princípios curriculares à luz da pedagogia histórico-crítica: as contribuições da obra de Dermeval Saviani**. 2015. Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

GAMA, C. N.; MARSÍGLIA, A. C. Galvão. Dermeval Saviani: produção acadêmica e história de uma vida dedicada à educação. In: PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. **Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas**. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018. p. 13-48.

GANDIN, Danilo. Educação política na escola. In: **Escola e transformação social**. 7. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p. 101-112.

GERALDO, A.C.H. **Didática de Ciências Naturais na Perspectiva Histórico-Crítica**. 2º ed. Campinas: Autores Associados, 192p. 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL PÉREZ, D. Orientações didáticas para a formação continuada de professores de Ciências. 1996. In MENEZES, L. C. (Org.). **Formação Continuada de Professores de Ciências no âmbito ibero-americano**. Coleção Formação de Professores. Tradução de Inés Prieto Schimidt, S. S. Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996.

GIL PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10ª ed. São Paulo: Cortez, 2012.

GIROTTI, Carlos A. **Estado Nuclear no Brasil**. São Paulo, Editora Brasiliense, 1984.

GRAF. **Física I**. 5ª. Ed. São Paulo: EDUSP, 1999.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. 17ª Ed. São Paulo: Loyola, 1992.

INB – INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. Ciclo do combustível nuclear: enriquecimento. In: <<http://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear/Enriquecimento>> Acessado em 20 de abril de 2020.

JAMENSON, Fredric. **Pós-Modernismo – a lógica cultural do capitalismo tardio**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ática, 1997.

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 4º ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986, 202p.

JÚNIOR, M. R. F.; CRUZ, F. F. S. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: do consenso de temas à elaboração de propostas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Atas... 2003.

KOGA, C. Alm. (EN) Celso Mizutani. **O Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão nuclear e a indústria nacional**. Diretoria Geral do Material da Marinha. Coordenadoria Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear. Brasília: Ministério da Defesa/Marinha do Brasil, 2016.

KONDER, Leandro. **O que é dialética**. Coleção Primeiros Passos. 26ª ed. n.23. São Paulo: Brasiliense, 88p. 1994.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (coord.). **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1980. p.164-180.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidades o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, n.14(1), p.85-93, 2000.

KOPNIN, P.V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Coleção Perspectiva do Homem, v.123. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978, 182p.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.

KUENZER, A. **Ensino de 2º Grau** – o trabalho como princípio educativo. São Paulo: Cortez, 2001.

KUENZER, A. (Org.). **Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

KUENZER, A. O ensino médio no plano nacional de educação 2011-2020: superando a década perdida? **Educação & Sociedade**, Campinas: CEDES, v. 31, n. 112, p. 851-873, jul./set. 2010. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 30 out. 2018.

KUENZER, A. A formação de professores para o Ensino Médio: velhos problemas, novos desafios. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 32, n. 116, p. 667-688, jul.-set. 2011. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 30 out. 2018.

KURAMOTO, R.Y.R; APPOLONI, C.R. Uma breve história da política nuclear brasileira. **Cadernos Brasileiro de Ensino de Física**, vol.19, n.3, p.379-392, dezembro 2002.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LAVOURA, T.N. A dialética do singular – universal – particular e o método da pedagogia histórico-crítica. **Nuances: estudos sobre educação**. Presidente Prudente, v.29, n. 2, p. 4-18, maio/agosto 2018.

LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. A dialética do ensino e da aprendizagem na atividade pedagógica histórico-crítica. **Interface: comunicação, saúde, educação**. v. 21, n. 62, p. 531-541, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/icse/v21n62/1807-5762-icse-1807-576220160917.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.

LAVOURA, T. N.; MARSIGLIA, A. C. G. A pedagogia histórico-crítica e a defesa da transmissão do saber elaborado: apontamentos acerca do método pedagógico. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 345-376, jan./abr. 2015.

LEHER, Roberto. Autonomia universitária e liberdade acadêmica. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 14, n. 29, jan/abr. 2019.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa, Portugal: Livros Horizonte, 1978.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da Escola Pública – a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, 1994.

LIBÂNEO, José Carlos. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. **Educar**, Curitiba: Editora da UFPR, n. 17, p. 153-176. 2001.

LIBÂNEO, J. C. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. 2005. p.19-62. In: LIBÂNEO, J. C.; SANTOS, A. **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005.

LIBÂNEO, José Carlos. **Pedagogia e Pedagogos, para quê?** 12ªed. São Paulo: Cortez, 2010.

LINSINGEN, I. Von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino** - Unicamp, Campinas, v. 1, p. 1-16, 2007.

LOMBARDI, José Claudinei. Algumas questões sobre educação e ensino em Marx e Engels. Revista HISTEDBR On-Line, Campinas, número especial, p. 347-366, abril 2011. In:< <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639914>>. Acesso em: 29/05/2018.

LOMBARDI, José Claudinei (Org.). **Crise capitalista e educação brasileira**. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2017, 166p.

LOPES, A.; BOURGUIGNON, N. A bomba atômica de Guarapari: areias viraram bombas. A Gazeta. Guarapari/ES: 30 de agosto de 2015. Instituto Jones dos Santos Neto. Disponível em: [http://www.ijns.es.gov.br/ConteudoDigital/20161206\\_aj23146\\_municipio\\_guarapari\\_historia.pdf](http://www.ijns.es.gov.br/ConteudoDigital/20161206_aj23146_municipio_guarapari_historia.pdf), acesso em 20 março de 2020.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p.37-50, 2001.

LUJÁN LÓPEZ, J. L. *et al.* Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología. Madrid: TECNOS, 1996.

LYOTARD, Jean-François. **A condição Pós-Moderna**. Rio de Janeiro: José Olympio, 2002.

MACEDO, E. A imagem da ciência: folheando um livro didático. **Educação e Sociedade**, Campinas, vol. 25, n. 86, p. 103-129, abril de 2004.

MALANCHEN, J. **Cultura, Conhecimento e currículo**: contribuições da pedagogia histórico-crítica. Campinas: Autores Associados, 2016.

MARINHA DO BRASIL. Programa de desenvolvimento de Submarinos. In:< <https://www.marinha.mil.br/prosub/>> aceso em 20/03/2020.

MARINHA DO BRASIL. **100 anos da Força de Submarinos do Brasil**. Rio de Janeiro: FVG Projetos, 200p. 2014.



MARINHA DO BRASIL (Org.). **Introdução à História Marítima Brasileira**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 181p. 2006.

MARINHA DO BRASIL. O Programa Nuclear da Marinha – Texto. Apresentação do Comandante da Marinha à Câmara dos Deputados. Brasília, DF: 12 de setembro de 2007. In: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/anos-anteriores/2007/12-09-2007-apresentacao-do-programa-nuclear-da-marinha/material/Programa%20Nuclear%20da%20Marinha-Texto.pdf>> Acessado em: 15/10/2008.

MARQUES, Alfredo. **Energia Nuclear: Passado e Futuro**. Rio de Janeiro, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2003.

MÁRKUS, Gyögy. **Marxismo e Antropologia: o conceito de essência humana na filosofia de Marx**. Debates e Perspectivas. São Paulo: Expressão Popular & UNESCO, 2015, 138p.

**MARSIGLIA, A.C.G. (Org.). Pedagogia histórico-crítica: 30 anos. Campinas: Autores Associados, 2011.**

MARSIGLIA, A.C.G.; BATISTA, E.L. (Org.). **Pedagogia Histórico-Crítica – desafios e perspectivas para uma educação transformadora**. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

MARSIGLIA, A. C. G. Origem e desenvolvimento da pedagogia histórico-crítica: contribuições para a educação brasileira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO HISTEDBR. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 10., 2016, Campinas, SP. **Anais [...]** Campinas, SP: UNICAMP, 2016. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/eventos/histedbr2016/anais/pdf/887-2711-1-pb.pdf>. Acesso em: 01 maio 2019.

MARSIGLIA, A. C. G.; CURY, C. R. J. Dermeval Saviani: uma trajetória cinquentenária. *Interface: Comunicação Saúde Educação*, v. 21, n. 62, p. 497-507, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v21n62/1807-5762--icse-1807-576220160947.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

MARSIGLIA, A.C.G.; MARTINS, L.M.; LAVOURA, T. N. Rumo à outra didática histórico-crítica: superando imediatismos, logicismos formais e outros reducionismos do método dialético. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 19, p. e019003, mar. 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8653380/19234>. Acesso em: 27 abr. 2019

MARSIGLIA, Ana Carolina Galvão; PINA, Leonardo Docena; MACHADO, Vinícius de Oliveira; LIMA, Marcelo. A base nacional comum curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 107-121, abr. 2017.

MARTINÉZ PÉREZ, L.F. **Questões Sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores.** São Paulo: Editora UNESP, 2012, 360p.

MARTINS, L.M. Psicologia sócio-histórica: o fazer científico. 2005. p.118-138. (In) ABRANTES, A.B.; DA SILVA, N.R.; MARTINS, S.T.F. (Orgs.). **Método Histórico-social na Psicologia Social.** Série Psicologia Social. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005, 156p.

MARTINS, Lígia Márcia. As aparências enganam: divergências entre o materialismo histórico dialético e as abordagens qualitativas de pesquisa. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 29, 2006, Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: Anped, 2006. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/29ra/trabalhos/trabalho/GT17-2042--Int.pdf>>. Acesso em: 1 mar.2019.

MARTINS, Lígia Márcia. Contribuições da Psicologia Histórico Cultural para a Pedagogia Histórico-Crítica.2011.In: [https://www.ifch.unicamp.br/formulario\\_cemarx/selecao/2012/trabalhos/Ligia%20Martins.pdf](https://www.ifch.unicamp.br/formulario_cemarx/selecao/2012/trabalhos/Ligia%20Martins.pdf) Acesso em: 22/10/2019.

MARTINS, Lígia Márcia. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar:** contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

MARTINS, Lígia Márcia; DUARTE, N. (Orgs.). **Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias.** São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 191 p.

MARTINS, M. F. “Tradução” da escola unitária de Gramsci pela pedagogia histórico-crítica de Saviani. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 20, n. 4, p. 997–1017, 2018.Disponível em:<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8649915> Acesso em: 18 jun. 2020.

MARTINS FILHO, J. R. O projeto do submarino nuclear brasileiro. **Contexto Internacional**, vol.33, n.2, julho – dezembro 2011.

MARTINS FILHO, J. R. Visões civis sobre o submarino nuclear brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, vol.29, n.85, junho, 2014.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política.** 2º ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MARX, K. **Manuscritos Econômico-filosóficos.** São Paulo: Martin Claret, 2002.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã: teses sobre Feuerbach.** 8ª ed. rev. São Paulo: Centauro, 2005. 127 p.

MCLAREN, Peter. A luta por justiça social: breves reflexões sobre o ensino multicultural nos Estados Unidos. **Revista Pátio**, ano 2, nº 6, p. 24-33, 1998.

MEDEIROS, Roberto Carvalho de. **Para a proteção da Amazônia Azul será mesmo importante um submarino com propulsão nuclear?** Instituto SAGRES – Política e Gestão Estratégica Aplicadas. Pag. 1 a 9. In: < <https://sagres.org.br/>> acesso em 20/01/2020.

MEDEIROS, Roberto Carvalho de. **Porque o Brasil do Brasil tem interesse em desenvolver submarinos nucleares.** Instituto SAGRES – Política e Gestão Estratégica Aplicadas. In: < <https://sagres.org.br/>> acesso em 20/03/2019.

MESZÁROS, I. **Para além do capital:** rumo a uma teoria da transição. 2 ed. São Paulo: Boitempo, 2006.

MOREIRA, M.A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** São Paulo, vol.22, nº1, p.94-99, março, 2000.

MOTOYAMA, S. Os principais marcos históricos em Ciência e Tecnologia no Brasil. **Seminário Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento.** Brasília: Câmara dos Deputados. p. 41-49, novembro de 1984.

MOTOYAMA, Shozo; GARCIA, João Carlos V. (Orgs) **O almirante e o novo prometeu.** São Paulo: Ed. UNESP: Centro Interunidade de História da Ciência e Tecnologia (CHC USP), 1996.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos Leite; SILVA, Mônica Ribeiro. Politecnicidade e formação integrada: confrontos conceituais, projetos políticos e contradições históricas da educação brasileira. **Revista Brasileira de Educação,** Rio de Janeiro, v. 20, n. 63, pp. 1057-1080, out-dez 2015. In< <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782015206313>> acesso em 20 mar 2019.

MOURA NETO, Alte. Esquadra J.S. A importância da construção do submarino de propulsão nuclear brasileiro. Capa. **Revista Marítima Brasileira.** Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, v.129, n.04/06, abr./jun. 2009.

NARDI, R. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências,** V. 10. N. 1, 2005. Porto Alegre, RS. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em 05 de janeiro de 2020.

NARDI, R. (Org.). **Ensino de ciências e matemática I:** temas sobre a formação de professores. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 258 p.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** Porto Alegre, v. 4, n. 11, p. 90-100, 2004.

NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. **Didática da Física.** 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014, v.1, 160p.

NAVAL GROUP. **Brazilians Submarines Programme**: visit to the DCNS Cherbourg site by

Jaques Wagner, Brazilian Minister of Defence, 11 maio 2015. Disponível em: <https://goo.gl/SUT4gA> acesso em 20/03/2019.

NETO, J. S. M. A construção do submarino de propulsão nuclear no Brasil. **Techno News**, Ano III, n. 13, 2012. Disponível em: <https://goo.gl/MB527b> acesso em 20/03/2019.

NETTO, José Paulo. **Introdução ao Estudo do Método de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R. História e memória do ensino de física no Brasil: a faculdade de medicina de São Paulo (1913-1943). **Ciência & Educação**. Bauru, São Paulo, v.18, n.4, p.851-873, 2012.

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R. A disciplina física no ensino secundário nos anos de 1810 até 1930. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007a. p. 1-12.

NOVAES, Henrique T.; DAGNINO, Renato. O fetiche da Tecnologia. **Revista ORG & DEMO**, Marília, v.5, n.2, p. 189-210, 2004.

NUNES, Clarice. O velho e bom ensino secundário: momentos decisivos. **Revista Brasileira de Educação**. Nº 14, 2000.

OLIVEIRA, Betty. A dialética do singular – particular – universal. 2005, p 25-51. (In) ABRANTES, A.B.; DA SILVA, N.R.; MATINS, S.T.F. (Orgs.). **Método Histórico-social na Psicologia Social**. Série Psicologia Social. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005, 156p.

OLIVEIRA, Betty. **O trabalho educativo – reflexões sobre paradigmas e problemas do pensamento pedagógico brasileiro**. Polêmicas do Nosso Tempo. São Paulo: Autores Associados, 90p. 1996.

OLIVEIRA, Betty; DUARTE, Newton. **Socialização do saber escolar**. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. 4ª ed. n.18. São Paulo: Cortez & Autores associados, 104p. 1987.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 29, n.3, 2007, p. 447-454.

OLIVEIRA, P. I. de. Projeto SIRIUS – A estrela guia da ciência brasileira. Agência Brasil/EBC, 2020. In:< <https://conteudo.ebc.com.br/agencia/2020/sirius/index.html>> acessada em 20/03/2020.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H. Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio: um Texto para Professores sobre Supercondutividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 20, n.3, 1998, p. 270-288.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. **Teorias da aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*. V.5(1), pp.23 -48, 2000.

PADILHA, L. Considerações sobre a escolha do projeto de submarino francês. 26 de abril de 2017. In: <<https://www.defesaareanaval.com.br/naval/consideracoes-sobre-a-escolha-do-projeto-de-submarino-frances>> acesso em 20/03/2019.

PALMA FILHO, J.C. Cidadania e Educação. **Cadernos de Pesquisa**, n.104, p.101-121, jul. 1998.

PARO, Vitor Henrique. **Educação como exercício do poder**: crítica ao senso comum em educação. São Paulo, Cortez, 2008.

PASQUALINI, Juliana Campregher. Estudos marxistas em educação: a construção coletiva da pedagogia histórico-crítica e o problema do ensino na educação infantil. **Educação em Foco**, v. 17, n. esp., p. 141-150, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/125101>>. Acessado em 23/12/2019.

PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. **Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas**. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018, 274p.

PEDRETTI, Erminia. Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 10, p. 1211-1230, 1997.

PEDRETTI, Erminia. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers’ philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, Dana (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 219-239.

PEDRISA, C.M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001.

PELA, J. K. Origem e desenvolvimento das Golden Shares. **Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo**. v. 103 p. 187 - 238 jan./dez. 2008.

PENA, F.L.A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? Carta ao Editor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.26, n.4, p.293-295, 2004.

PENA, F.L.A. Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula? Carta a Editor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.28, n.1, p.1-2, 2008.

PENHA, S.P. **Atividades Sociocientíficas em sala de aula de Física**: as argumentações dos estudantes. Tese (Doutorado). 2012. Instituto de Física, USP. São Paulo, 485 p, 2012.

PEREIRA, A.P. ; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, RS, v.14(3), p.393-420, 2009.

PESCE, Ítalo Eduardo. Marinha do Brasil: Perspectivas. **Revista Marítima Brasileira**. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, v.129, n. 04/06, abr/jun 2009.

PETITAT, André. Entre história e sociologia. Uma perspectiva construtivista aplicada à emergência dos colégios e da burguesia. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 6, p. 138-150, 1992.

PICCININI, C.L. ; NEVES, R.M.C. ; ANDRADE, M.C.P. Consensos de especialistas em educação em ciências sobre educação científica escolar no âmbito da reforma curricular da educação básica brasileira do século XXI. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

PINA, Leonardo D.; GAMA, Carolina Nozella. Base Nacional Comum Curricular: algumas reflexões a partir da pedagogia histórico-crítica. **Trabalho Necessário**, v.18, n. 36, mai-ago, 2020.

PINHEIRO, B. C. S. **Pedagogia histórico-crítica na formação de professores de ciências**. Curitiba: Ed. Appris, 2016, 208 p.

PINHEIRO, N.A.M; SILVEIRA, R.M.C.F; BAZZO, W.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

PODER NAVAL. **Assinatura dos contratos do PROSUB**. 8 de setembro de 2009. <<https://www.naval.com.br/blog/2018/12/07/diferencas-entre-o-submarino-scorpene-e-o-s-br-brasileiro/>> acessado em 20/03/2019.

PODER NAVAL. **Diferenças entre o submarino Scorpène e o S-BR brasileiro**. 7 de dezembro de 2018b. <<https://www.naval.com.br/blog/2018/12/07/diferencas-entre-o-submarino-scorpene-e-o-s-br-brasileiro/>> acessado em 20/03/2019.

PODER NAVAL. **Primeira operação da sala de controle do LABGENE**. 19 de novembro de 2018a. <<https://www.naval.com.br/blog/2018/11/19/primeira-operacao-da-sala-de-controle-do-labgene/>> acessado em 20/03/2019.

RAMOS, A.F. ; JAILLET, M. **O Programa Nuclear Brasileiro: um fio de luz nos caminhos da nação**. Associação Brasileira de Energia Nuclear. Rio de Janeiro: ABEN, 2018.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. **Science Education**. 77(2), 235-258, 1993.

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

REVISTA BRASIL NUCLEAR. **Programa Nuclear da Marinha**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear, Ano 25, nº49, dezembro 2018, 36p.

RIBEIRO LUÍS, Camila Cristina. O Poder Naval na Construção do Poder Marítimo Brasileiro. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa** 2 (1): 123- 137, 2015.

ROBERTSON, S. L. A estranha não morte da privatização neoliberal na Estratégia 2020 para a educação do Banco Mundial. **Revista Brasileira de Educação**, v. 17, n.50, maio-ago. 2012.

ROMANELLI, Otaíza. **História da Educação no Brasil: 1930/1973**. Petrópolis: Vozes, 1987.

ROSA, C.W. ; ROSA, A.B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**. OEI, n.58 (2), 24 p., 2012.

SALA, Mauro. Alienação e emancipação na transmissão do conhecimento escolar: um esboço preliminar. In: MARTINS, LM.; DUARTE, N. (Orgs.) **Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 191 p. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acessado em 23/12/2019.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007 a.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, nov. 2007 b.

SANTOS, W.L.P. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v.1, n.1, p. 109-131, mar 2008.

SANTOS, W.L.P. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In: SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Org.). CTS e educação científica - desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, p. 49-62, 2012.

SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Org.). **CTS E Educação científica desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.14, n.2, p.191-218, 2009.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.02, p.110-132, jul-dez 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: INIJUÍ, 2010.

SANTOS JUNIOR, C. L. A Pedagogia Histórico–Crítica e o papel da escola e do professor: elementos para pensar a escola da transição. In: PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. (Org.). *Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas*. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018, p. 49-64.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16(1), pp. 59-77, 2011.

SAVIANI, D. **Educação e questões da atualidade**. São Paulo: Livros do Tatu & Cortez, 1991, 119p.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Coleção Educação Contemporânea. 11ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1996.

SAVIANI, D. O choque teórico da politecnicidade. **Revista Trabalho, Educação e Saúde**. Rio de Janeiro: Politécnico da Saúde Joaquim Venâncio/Fiocruz, 1(1):131-152, 2003.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v.12, n. 34, p. 152 – 180, jan/abr. 2007.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 11º ed. Coleção Educação Contemporânea. Autores Associados: São Paulo, 2011a.

SAVIANI, D. **Antecedentes, origem e desenvolvimento da pedagogia histórico-crítica**. p. 197-225. In: MARSIGLIA, Ana Carolina Galvão (Org.). *Pedagogia histórico-crítica: 30 anos*. Campinas: Autores Associados, 2011b.

SAVIANI, D. **Marxismo, Educação e Pedagogia**. 2012a, p. 59-85. In: SAVIANI, D. ; DUARTE, N. (Org.). *Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar*. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas: Autores associados, 2012a, 184p.

SAVIANI, D. Origem e desenvolvimento da pedagogia histórico-crítica. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL MARX E ENGELS - **Marxismo e Educação: Fundamentos Marxistas**



**da Pedagogia Histórico-Crítica**, 7, 2012b, Campinas. Anais Eletrônicos. Campinas: IFCH-UNICAMP, 2012. Mesa Redonda. Disponível em:[http://www.ifch.unicamp.br/formulario\\_cemarx/selecao/2012/trabalhos/Demerval%20Saviani.pdf](http://www.ifch.unicamp.br/formulario_cemarx/selecao/2012/trabalhos/Demerval%20Saviani.pdf). Acesso em: 20/05/2018.

SAVIANI, D. **Aberturas para a história da educação**. Campinas: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. O conceito dialético de mediação na pedagogia histórico-crítica em intermediação com a psicologia histórico-cultural. **Germinal: marxismo e educação em debate**, Salvador, v.7, n.1, p. 26-43, jun. 2015. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/12463/9500>. Acesso em 12/04/2019.

SAVIANI, D. Da inspiração à formulação da pedagogia histórico-crítica (PHC). Os três momentos da PHC, que toda teoria verdadeiramente crítica deve conter. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.21, n.62, p. 711 – 724, 2017a.

SAVIANI, D. A crise estrutural do capitalismo e seus impactos na educação pública brasileira. 2017b, p. 31-46. In: LOMBARDI, José Claudinei (Org.). **Crise capitalista e educação brasileira**. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2017b, 166p.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 43<sup>a</sup> ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2018a.

SAVIANI, D. Como avançar? Desafios teóricos e políticos da pedagogia histórico-crítica hoje. In: PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. (Org.). **Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas**. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018b, p. 234 – 255.

SAVIANI, D. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. 5<sup>a</sup> ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2019a.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica, quadragésimo ano – novas aproximações**. Campinas, SP: Autores Associados, 2019b.

SAVIANI, D. ; DUARTE, N. (Org.). **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar**. 11<sup>a</sup> ed. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. Campinas: Autores associados, 2012.

SAVIANI, Nereide. **Saber escolar, currículo e didática – problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico**. 5<sup>a</sup> ed. Coleção Educação Contemporânea. Campinas: Autores Associados, 2006.

SEVERINO, A.J. **Filosofia da educação: construindo a cidadania**. São Paulo: FTD, 1992.

SILVA, M. R. Políticas de currículo, ensino médio e BNCC. Um cenário de disputas. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 9, n. 17, p. 367-379, jul./dez. 2015. Disponível em: <Disponível em: <http://www.esforce.org.br> >. Acesso em: 24 jun. 2018.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. A Temática Ambiental e o Processo Educativo: O Ensino de Física a partir de temas controversos. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SILVA, F. L., PESSANHA, P. R., BOUHID, R. **Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso**. VIII ENCONTRO NACIONAL EM PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIA, Campinas, 2011.

SOLOMON, J. **Teaching science, technology and society**. Buckingham: Open University Press, 1993.

SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

SORPRESO, Thirza Pavan. **Energia nuclear mediante o enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de física**. 2013. 228p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo: UNICAMP, 2013.

SORPRESO, T.P. ; ALMEIDA, M.J.P.M. **Análise do funcionamento de uma unidade de ensino sobre Energia Nuclear com abordagem CTS**. Trabalho apresentado no III SIACTS-EC, Espanha, 2012.

SOUZA. Marco Polo Áureo Cerqueira de. **Nossos Submarinos: sinopse histórica**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1986.

STRIEDER, R.; WATANABE, G.; GURGEL, I. **Energia nuclear no âmbito da educação CTS**. Comunicação IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de la Ciencias, Girona, 9-12 septiembre de 2013.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017.

TEIXEIRA, P.M.M. Educação científica e movimento C.T.S no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 3(1), 2011. In.: < <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114>> Acesso em 20/10/2019.

TEIXEIRA, P.M.M. A educação científica sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento CTS no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.177-190, 2003.

TERRAZZAN, E.A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense Ensino Física**, 9(3): 209 -14, 1992.

TERREMOTO, L.A.A. **Fundamentos de Tecnologia Nuclear – Reatores**. Divisão de Ensino – Secretaria de Pós-Graduação: Disciplina TNR 5764. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN), 2004.

UNCITRAL - United Nations Commission on International Trade Law. United Nations. Nova York, 1993. In.: < <https://www.uncitral.org/pdf/english/texts/sales/countertrade/countertrade-e.pdf>> Acessado em: 29/10/2019.

UNESCO. **Declaração da América Latina e Caribe no Décimo Aniversário da Conferência Mundial sobre Ciência**. Brasília, Unesco Brasil, 2009. Disponível em <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185600>>, acessado em 20/03/2018.

UNESCO. **A Ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**, (Declarações de) Budapeste e Santo Domingo. 3ª ed. Brasília, Unesco Brasil, 2003. Disponível em <[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131550\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131550_por)>, acessado em 20/03/2018.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, p.1-22, setembro-dezembro, 1998.

VACCAREZZA, L.S. Ciencia, tecnologia e sociedade: el estado de la cuestión em América Latina. **Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina**, vol.1, n.1, p.42-64, jul 2011.

VASCONCELLOS, L; GUEDES, L. F. A. E-surveys: Vantagens e Limitações dos Questionários Eletrônicos Via Internet no Contexto da Pesquisa Científica. **X SEMEAD – Globalização e Internacionalização de Empresas**. Seminários em Administração FEA-USP, São Paulo: 09 e 10 de agosto de 2007. Disponível em: <[http://sistema.semead.com.br/10semead/sistema/resultado/an\\_resumo.asp?cod\\_trabalho=420](http://sistema.semead.com.br/10semead/sistema/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=420)>, acessado em 20/04/2020.

VÁZQUEZ, Adolfo Sánchez. **Filosofia da práxis**. Coleção pensamento Social Latino-Americano. São Paulo: Expressão Popular & CLACSO, 2007, 440p.

VIDIGAL, A. A. F. (Org.). **Amazônia azul: o mar que nos pertence**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de tecnologia**. vol. 1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WATTS, Mike et al. Event-centred-learning: an approach to teaching science technology and societal issues in two countries. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 3, p. 341-351, 1997.

## ANEXO

### PESQUISA SOCIAL SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – UFRRJ

Este instrumento visa contribuir com a Pesquisa do Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática da UFRRJ, conforme trabalho de Israel Silva Figueira, sob orientação do Prof. Dr. Claudio Maia Porto. O objetivo do trabalho é relacionar o Programa do Submarino Nuclear Brasileiro - PROSUB com o ensino de Ciências, com a finalidade de compor orientações de ensino e aprendizagem à educação escolar a partir dos fundamentos didáticos da Pedagogia Histórico-Crítica. A sua resposta é muito importante para a consolidação deste trabalho. Por isso, leia atentamente os itens das seções, assista aos vídeos e responda cada item conforme seu entendimento e experiência docente. Desde já agradecemos imensamente a sua colaboração. Muito grato a todos! Dúvidas - [israel12figueira@gmail.com](mailto:israel12figueira@gmail.com) \*Obrigatório

1. Endereço de e-mail \*

#### INFORMAÇÕES PESSOAIS

1.1 - NOME \*

1.2 - Você é professor de escola: \* Marcar apenas uma

- Pública somente
- Privada somente
- Pública e privada
- Outro

1.3 - Em qual disciplina exerce a sua docência? \*Marque todas que se aplicam.

- Física  Química  Biologia  Ciências  Outro

1.4 - Qual o tempo de sua experiência como docente? \* Marcar apenas uma oval.

- Menos de 5 anos  5 a 10 anos  10 a 20 anos  Mais de 20 anos

1.5 - Em qual nível de Ensino atua? \* Marque todas que se aplicam.

- Ensino Fundamental - 6º ao 9º ano  Ensino Médio  Ensino Superior  Outro

#### 2 – O PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA E O PROGRAMA DE SUBMARINOS (PROSUB):

Neste item vamos tratar do programa nuclear desenvolvido pela Marinha do Brasil já desenvolvido há alguns anos, com o seu programa de submarinos (PROSUB), que fará o primeiro submarino nuclear brasileiro (SNB 10 – Álvaro Alberto). Lembrando que esse programa é um acordo de transferência de tecnologia assinado entre o Brasil e a França, prevendo a prestação de assistência técnica, a capacitação brasileira para a concepção, projeto, fabricação, operação e manutenção de estruturas e do próprio submarino nuclear, num contrato orçado inicialmente em 6,8 bilhões de Euros. O empreendimento envolve a parceria da empresa francesa Naval Group (54%), Odebrecht (32%) e a ICN - Itaguaí Construções Navais (41% Naval Group e 59% Odebrecht). A construção e o desenvolvimento do reator que irá compor o submarino nuclear não estão incluso nesse programa e será desenvolvido à parte exclusivamente pelo Brasil com tecnologia própria. Pedimos para que você assista esses três vídeos curtos sobre o Programa e responda os itens a seguir.

2.1 - Você já conhecia o Programa Nuclear da Marinha do Brasil? \*Marcar apenas uma oval.

Sim, conhecia  Pouco  Muito pouco  Não conhecia

2.2 - Você sabia que o Brasil está construindo um submarino nuclear? *\*Marcar apenas uma oval.*

Sabia  Não sabia  Ouvi falar  Fiquei sabendo agora

2.3 - Em sua opinião, o Brasil precisa de um submarino nuclear? *\*Marcar apenas uma oval.*

Sim, precisa  Sim, precisa, mas não é importante agora  Não precisa

2.4 - Você concorda com os investimentos e desenvolvimentos dos Programas no campo nuclear mostrado acima? *\* Marcar apenas uma oval.*

Sim  Não  Talvez

2.5 - Sobre os investimentos e desenvolvimentos do campo nuclear no Brasil, como o Programa Nuclear da Marinha, o submarino e o reator nucleares, você acha que a decisão final deveria ser: *\* Marque todas que se aplicam.*

Dos cientistas brasileiros  Do Presidente do Brasil  Dos parlamentares brasileiros  Dos militares brasileiros  Dos cidadãos  Outro

2.6 - Sobre a energia nuclear e suas aplicações, você classifica como: *\* Marcar apenas uma oval.*

Importante - para o desenvolvimento científico e tecnológico do país

Importante - para o desenvolvimento e soberania militar do país

Importante - mas me preocupo com o modo como será realizado no Brasil

Não é importante - pois o seu risco à humanidade e ao meio ambiente não compensa

Não é importante - o Brasil deveria se preocupar com outros problemas científicos

Não é importante - coloca o Brasil em conflito militar com outros países.

2.7 - Sobre as aplicações da energia nuclear e das radiações, marque somente aquelas que você tem conhecimento: *\*Marque todas que se aplicam.*

Usina nuclear para geração de energia elétrica

Armas nucleares

Propulsão de meios de transporte

Raios X pela medicina

Raios X e ensaios não-destrutivos pela indústria

Diagnóstico e terapias em medicina

Conservação dos alimentos pela indústria

Pesquisas sobre o comportamento de insetos

Combate às pragas na agricultura

Esterilização de instrumentos e objetos

Datação de corpos

Dessalinização da água

Exploração espacial

2.8 - Sobre o tema energia nuclear como conteúdo de ensino para a educação escolar, podemos dizer que: *\*Marcar apenas uma oval.*

É importante porque atualiza os conhecimentos dos alunos em relação ao desenvolvimento da ciência

É importante porque informa o conhecimento científico na sua relação entre ciência, tecnologia e sociedade

Importa porque associa o conhecimento científico e a ciência com a perspectiva de classe e consciência da totalidade da prática social como espaço historicamente em disputa

Importa porque funciona como um conteúdo que exemplifica a aplicação dos conceitos científicos fundamentais que devem ser trabalhados nas escolas para a formação de uma educação científica cidadã

Não é importante porque não está relacionado ao cotidiano, ou à realidade imediata da maioria dos estudantes, sendo mais importante o trabalho com outros conteúdos de ensino

2.9 - Em sua opinião, temas como o Programa Nuclear da Marinha e o PROSUB estão mais imediatamente implicados com: *\*Marcar apenas uma oval.*

História da ciência  Ciência do cotidiano  Ciência e cidadania  Ciência e novas tecnologias

Ciência e transformação social  Ciência, tecnologia e sociedade  Alfabetização científica

2.10 - Qual a sua opinião em se tomar o programa de desenvolvimento do submarino nuclear no Brasil como objeto de ensino e de aprendizagem para as disciplinas científicas na educação escolar? \*

### 3 - SOBRE A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA E A EDUCAÇÃO BRASILEIRA

Nessa seção vamos refletir sobre a educação escolar e sua relação com a sociedade. Apresentamos três pequenos vídeos que devem ser assistidos por você antes de responder as questões. Pedimos que as suas respostas sejam dadas conforme a sua formação e experiência de professor de disciplina científica nas escolas. Desde já, agradecemos mais uma vez a sua colaboração que é muito importante para nós. Obrigado!

#### DERMEVAL SAVIANI E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Vídeo 3.1 - Nova Escola - entrevista com Dermeval Saviani

Vídeo 3.2 – Síntese história da educação brasileira

Vídeo – 3.3 – Didática pedagogia histórico-crítica

3.1 - Sobre o educador Dermeval Saviani e sua construção teórica coletiva em educação, denominada de Pedagogia Histórico-Crítica, você pode afirmar que:

*\*Marcar apenas uma oval.*

Conheço o autor e a sua teoria sobre educação

Conheço o autor, mas desconheço a sua teoria sobre educação

Desconheço o autor, mas conheço a teoria sobre educação

Não conheço o autor e também desconheço essa teoria em educação

3.2 - Se você pudesse classificar o seu trabalho educativo, qual opção melhor se aproximaria da sua realidade como professor? *\*Marcar apenas uma oval.*

Um ensino centrado na apresentação de conceitos, que devem ser reproduzidos pelos alunos a partir do que conhece o professor.

Um ensino que valoriza as experiências dos alunos por descobertas, com experimentos, resolução de problemas e que os levem à aprender a aprender.

Um ensino que privilegia o desenvolvimento de comportamentos nos alunos, de modo a prepará-los para a sociedade, principalmente para a vida cidadã e o mundo do trabalho.

Um ensino que leva os alunos a questionarem criticamente a sua realidade, sendo a educação escolar a possibilidade de transformação de suas vidas e concepção de mundo.

Um ensino organizado criticamente a partir dos conteúdos da prática social, levando os alunos a compreenderem que a escola não é a única instância de transformação social da realidade.

Um trabalho que engloba um pouco de cada uma das opções de ensino citadas acima.

Outro

3.3 - Sobre os conteúdos que devem ser ensinados por você nas aulas, como se dá a organização, a seleção e apresentação dos conhecimentos científicos em sala de aula: *\*Marcar apenas uma oval.*

Eu que seleciono e organizo a partir da hierarquia de uma matriz curricular já estabelecida pela escola ou sistema de ensino

Não me preocupo muito com isso e sigo conforme a experiência de ensino dos anos anteriores

Sigo um planejamento realizado em função do estabelecido pelo livro didático adotado

Eu tenho total liberdade para selecionar, organizar e apresentar os conteúdos de ensino, sem uma hierarquia e conforme julgar necessário para os alunos

Eu seleciono e organizo a apresentação conforme os interesses e necessidades do cotidiano dos alunos, de uma forma livre e não hierarquizada

Eu sigo o planejamento e as orientações conforme o estabelecido pela escola e/ou sistema de ensino, fazendo modificações conforme à turma, fato social relevante ou a mídia

Outro

3.4 - Sobre os conhecimentos científicos que devem ser transmitidos aos alunos por você na forma de conhecimento escolar em sua disciplina, pode-se dizer que: *\*Marcar apenas uma oval.*

São os conhecimentos científicos mais atualizados como os construídos pela ciência e pelos cientistas em suas pesquisas, para formar os alunos como aprendizes e cidadãos

São conhecimentos escolares adaptados da pesquisa científica atual para serem informado aos alunos conforme a sua importância cotidiana e/ou necessidades atuais.

São os conhecimentos clássicos e mais elaborados historicamente pela ciência transpostos para a educação escolar como forma de instrumentalizar criticamente os alunos em sua prática social e visão de mundo.

São conhecimentos clássicos da história da ciência adaptados à realidade escolar atual, no sentido de construir conhecimentos que despertem nos alunos uma relação com os problemas sociais atuais, o mundo do trabalho e vida cidadã.

São conhecimentos científicos clássicos das ciências, adaptados à educação escolar, mas que não guardam nenhuma relação imediata com o cotidiano ou prática social dos alunos em sua formação.

Outro

3.5 - Como professor, que lida com o conhecimento científico em seu trabalho educativo, qual das opções abaixo melhor caracteriza pra você o que é o conhecimento humano? *\*Marcar apenas uma oval.*

É uma faculdade natural humana, que desenvolvemos individualmente através de nossas ideias e pela consciência ao longo da nossa vida para compreender racionalmente o mundo, a natureza, a nós mesmos e os outros.

É a capacidade que nós humanos desenvolvemos, na interação com os outros humanos, de construir racionalmente o entendimento sobre as coisas da natureza, dos outros e de nós mesmos.

É uma construção humana ao longo da vida, que através de suas interações sociais, moldam as ideias, a moral e o espírito para a compreensão de si, dos outros e do mundo.



São construções humanas histórico-sociais, adquiridas pelo ser humanos através da cultura em que nasce, da interação com os outros e da prática social, para adquirir capacidades que o tornem humano.

São construções humanas ao longo da vida, inatas e adquiridas, que racionalmente vão se adaptando ao entendimento do mundo, na medida em que historicamente se obtém sucesso nos meios que emprega para atingir os seus fins.

Um pouco de cada uma das opções acima.

Outro

3.6 - Como professor de disciplinas científicas, assinale a opção que mais se aproxima do seu entendimento do que é a Ciência: *\*Marcar apenas uma oval.*

Conhecimento humano construído historicamente, que racional e objetivamente está sujeito a posições políticas, ideológicas e à perspectiva de classes, em sua tentativa de compreender o mundo, a natureza e os seres humanos através da verdade.

Conhecimento humano construído historicamente, que através da razão humana busca a formulação de verdades universais, concretas e comunicáveis na compreensão do mundo, da natureza e das pessoas.

Uma técnica construída historicamente pela humanidade para o estudo de um objeto natural ou social, que através de procedimentos racionais previamente organizados é capaz de prever, calcular, descrever e controlar determinado fenômeno.

Conhecimento racional que está a serviço da humanidade, que sob a autoridade dos cientistas e dos técnicos capacitados, produzem meios que contribuem com a saúde, o trabalho e o bem-estar da vida humana como um todo.

Um pouco de cada uma das opções acima.

Outro

3.7 - Na relação entre EDUCAÇÃO e SOCIEDADE, como você vê o papel que a educação escolar tem na formação dos indivíduos e na constituição da sociedade como um todo? *\*Marcar apenas uma oval.*

Os problemas sociais, como a exclusão e a defasagem cultural, são capazes de serem resolvidos se tivermos uma educação escolar séria, organizada e comprometida com o interesse em resolver as questões de ordem social, política e econômica.

A educação escolar não é capaz de resolver os problemas da sociedade, pois ela mesma como parte dessa sociedade, também sente sobre si os reflexos que caracterizam os problemas dessa sociedade.

A educação escolar, ao fazer uso dos conhecimentos científicos, de forma neutra e racional, é capaz de despertar nos alunos a reordenação necessária à sociedade.

A educação escolar participa na formação do sujeito social, que através dos conteúdos escolares necessários deve aprender a aprender, e assim, adquirir as competências e habilidades necessárias para tratar dos problemas de sua vida social, do mundo do trabalho e para a sua vida como cidadão.

A educação escolar é parte de um processo da ação educativa dos sujeitos, em que o professor detém a competência técnica e é o responsável em socializar o saber elaborado e produzido historicamente para que os alunos possam transcender os seus conhecimentos espontâneos e dar conta dos seus problemas em sociedade.

A educação escolar é um processo de mediação social que tem na totalidade da prática social o locus de seu trabalho educativo, onde, atuando na socialização dos saberes clássicos e elaborados da classe que detém os meios de produção, participa na possibilidade de transformação da sociedade em favor das classes dominadas, de modo a superar as alienações da ordem social atual.

Um pouco de cada uma das ideias e possibilidades acima descritas.

Outro

3.8 - Em sua opinião, liste o que é essencial para a organização e efetividade de seu trabalho educativo como professor de disciplinas científicas; *\*Marque todas que se aplicam.*

- Bons livros didáticos e materiais de ensino
- Mais possibilidades de recursos, dispositivos e materiais tecnológicos
- Uma formação continuada na atualização dos componentes da disciplina que atua
- Um bom currículo e planejamento das atividades a serem ensinadas
- Mais investimentos na remuneração do profissional da educação
- Alunos mais preparados e que detenham as aprendizagens dos conteúdos de suas séries ou ciclos anteriores
- Outro

#### CITAÇÃO

"Discutindo as bases da concepção dialética de educação, que a partir de 1984 passei a denominar de "pedagogia histórico-crítica", afirmei que o movimento que vai das observações empíricas (o todo figurado na intuição) ao concreto (uma rica totalidade de determinações e de relações numerosas) pela mediação do abstrato (a análise, os conceitos e as determinações mais simples) constitui uma orientação segura tanto para o processo de descoberta de novos conhecimentos (o método científico) como para o processo de ensino (o método pedagógico). É a partir daí que podemos chegar a uma pedagogia concreta como via de superação tanto da pedagogia tradicional como da pedagogia moderna". SAVIANI, D. Marxismo, educação e pedagogia. In: SAVIANI; DUARTE. Pedagogia Histórico-Crítica e luta de classes na educação escolar. Campinas: Autores associados, 2012, p. 78 - 79.

3.9 - Em relação as críticas recebidas pela Pedagogia Histórico-Crítica como tendência pedagógica nos últimos 40 anos, estão algumas que selecionamos abaixo. Baseando-se nos vídeos que assistiu e na citação acima, marque aquela que você achar mais significava conforme seu entendimento: *\*Marcar apenas uma oval.*

- Muitos críticos consideram que ela é conteudista por valorizar os conhecimentos clássicos, e que desconsidera as formas, os processos, e os métodos pedagógicos.
- Muitos a criticam no que se refere a socialização do saber, pois falar em socialização do saber elaborado é voltar à visão funcionalista da ciência.
- Muitos críticos afirmam que ela dá mais importância à aquisição do saber do que da consciência crítica.
- Alguns a criticam porque ela implica uma visão do saber como algo definitivo e acabado, tratando-se apenas de transmiti-lo.
- Ela é alvo de crítica porque valoriza mais o saber da cultura erudita do que o da cultura popular.

#### CITAÇÃO

"O trabalho docente, sob a égide do capitalismo, não escapa à lógica da acumulação do capital, direta ou indiretamente, pela compra da força de trabalho do professor, pela natureza de seu trabalho, que contraditoriamente forma cidadãos que atenderão às demandas do trabalho capitalista, cuja inclusão depende do disciplinamento para o qual a escola contribui, pela sua contribuição à produção de ciência e tecnologia, diretamente ou formando pesquisadores, e assim por diante. Ou seja, embora a finalidade do trabalho seja a formação humana, ele está atravessado pelas mesmas contradições que caracterizam o capitalismo (KUENZER, A. Trabalho e a formação do professor da Educação Básica. Florianópolis, 2012, p. 9).

3.10 - Em sua opinião, a sociedade atual, marcada pela lógica da acumulação de capital, influencia, dificulta ou impede o trabalho docente ou a educação escolar como formação humana? \*

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.  
Google Formulários