

CADERNO DE ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS

**ENSINO SOBRE ENERGIA NUCLEAR A PARTIR DO PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS PROSUB**



**ISRAEL SILVA FIGUEIRA
CLAUDIO MAIA PORTO**

**Produto educacional a partir de pesquisa realizada no Programa
de Mestrado Profissional em Educação em Ciências e
Matemática
PPGEduCIMAT / UFRRJ**

2020

**ISRAEL SILVA FIGUEIRA
CLAUDIO MAIA PORTO**

CADERNO DE ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS

**ENSINO SOBRE ENERGIA NUCLEAR A PARTIR DO
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS
PROSUB**

PPGEduCIMAT / UFRRJ

Seropédica

2020

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.

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional tem sua motivação e origem a partir de uma pesquisa desenvolvida junto ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, cuja finalidade foi a 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. Como pesquisa no campo do Ensino e da Aprendizagem em Ciências, ela se consubstancia nas análises e reflexões obtidas através da revisão de literatura da área e nas respostas de professores de ciências sobre suas práticas de ensino. Concluímos que para fundamentar uma proposta histórico-crítica de ensino sobre energia nuclear, o professor deve ser capaz de: compreender a natureza histórico-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 objeto da prática social; e ter o domínio pleno e seguro do método de ensino da pedagogia histórico-crítica como prática pedagógica. Como proposição do ensino histórico-crítico à educação escolar, cabe ao professor a tarefa de dirigir o trabalho educativo através da mediação pedagógica entre o conhecimento científico elaborado histórico-socialmente e o aluno, fazendo da prática social pedagógica a garantia da apreensão sintética das relações sociais.

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

SOBRE OS AUTORES

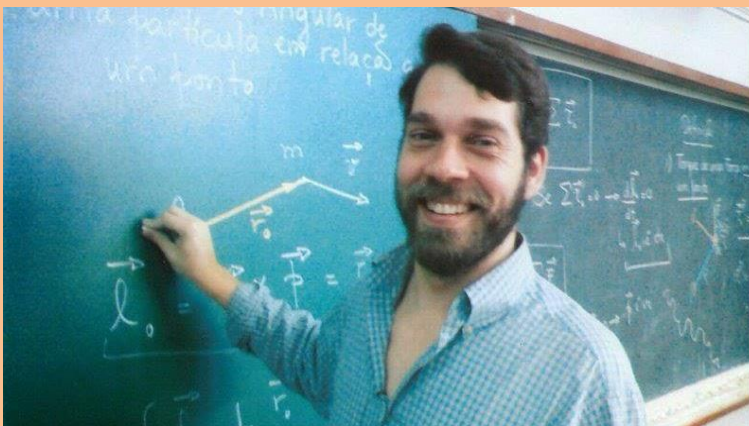


ISRAEL SILVA FIGUEIRA

Pedagogo, professor de Física e Ciências da Educação Pública Básica, Mestre em Educação em Ciências e Especialista em Ensino de Física.

CLAUDIO MAIA PORTO

Bacharel, Mestre e Doutor em Física, Professor Titular da UFRRJ, professor e pesquisador em Ensino de Física.





Este material não deve ser recebido como uma receita ou um manual pedagógico. Ele intenciona ser um dispositivo para inspirar a produzir novas práticas educativas. Que professores e professoras possam pensar, planejar e realizar ações pedagógicas criativas com seus alunos, para que juntos possam favorecer o pensamento crítico, privilegiar a prática colaborativa e a construção coletiva do conhecimento a partir de suas práticas sociais. O seu público-alvo são professores e professoras de Ciências das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

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. Assim, o objeto da educação diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados pelos indivíduos da espécie humana para que eles se tornem humanos e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas para atingir esse objetivo.“

SAVIANI, Dermeval. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 5. ed. São Paulo: Autores Associados, 2011, p. 17.



SUMÁRIO

CADERNO DE ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS

08

**PROSUB
PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO DE
SUBMARINOS**

27

**CONHECENDO A
PEDAGOGIA HISTÓRICO-
CRÍTICA**

20

**RADIAÇÃO E
ENERGIA NUCLEAR**

29

**FUNDAMENTOS
HISTÓRICO-CRÍTICOS
SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS**

26

**SOBRE O
REFERENCIAL
HISTÓRICO-CRÍTICO**

34

**MOMENTOS
DIALÉTICOS DO
MÉTODO DE ENSINO**

38

REFERENCIAS

PROSUB

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS

NOVAS
FRONTEIRAS
NOVA
DEFESA



A COSTA BRASILEIRA

Brasil

A Amazônia Azul pode chegar a **4,5 milhões de km²**

Isso equivale a **52%** do território brasileiro

-  Zona Econômica Exclusiva, 3,5 milhões de km²
-  Extensão da Plataforma Continental, 960 mil km²

Arquipélago de São Pedro e São Paulo

Atol das Rocas

Arquipélago de Fernando de Noronha

Ilha da Trindade e Martin Vaz



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 de tecnologia nos mais diferentes empregos socialmente. 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, onde a partir da pesquisa e do desenvolvimento das possibilidades tecnológicas que resultarão no pleno domínio da energia nuclear, ele 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 *, mas só o PROSUB **, 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)***. Isto representa 41,5% do orçamento da pasta de Defesa para 2020 (BRASIL, 2020).

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 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 snorkel. 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.

*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.

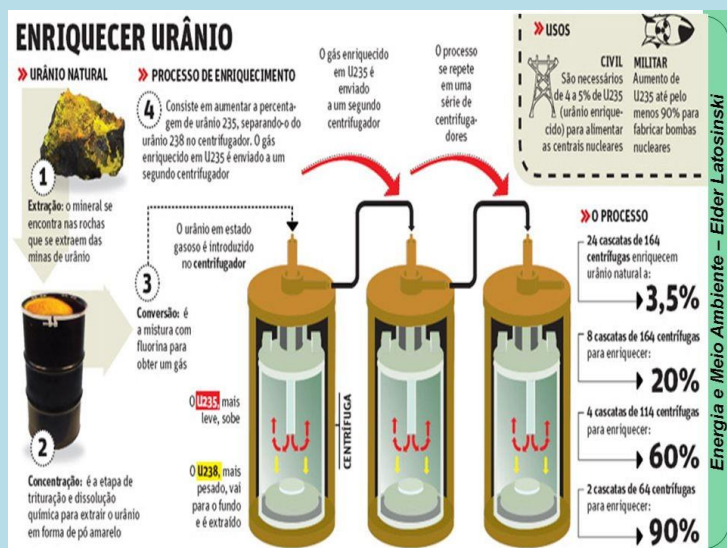
**Ver http://www.defesanet.com.br/prosub_doc/noticia/31387/MD---Apresentacao-do-PROSUB-e-o-Programa-Nuclear-da-Marinha/, acessado em 24/06/2019.

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

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). 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 e tecnologia, somente o Brasil, EUA e a Rússia (BILESKEY *et al*, 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 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_2) 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), ANGRA III em Angra dos Reis/RJ (3.970 MWt – tipo PWR Siemens) e o Reator de Pesquisa Multipropósito – RMB em Iperó/SP (30 MW – tipo MTR/Piscina CTMSP). 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).

- >> PROTÓTIPO EM TERRA DO REATOR DO SUBMARINO
- >> TESTES E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS
- >> CAPACIDADE: CIDADE DE 20 MIL HABITANTES

LABGENE

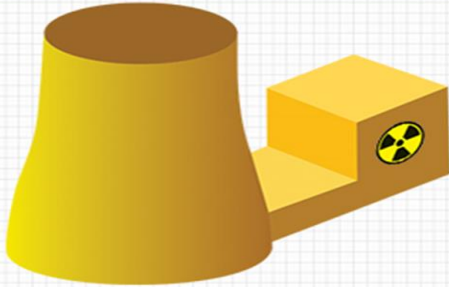


O Megawatt térmico (MWt) é uma unidade de [potência](#) que ilustra a capacidade de uma [central termoelétrica](#). É a potência que tem a central, tomando em conta o rendimento da mesma. Se a potência elétrica é de 1000 [MW](#), e o seu rendimento é 50%, então é uma central de 2000 MWt (TERREMOTO, 2004). O RMT (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). 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), ANGRA III em Angra dos Reis/RJ (3.970 MWt – tipo PWR Siemens) e o Reator de Pesquisa Multipropósito – RMB em Iperó/SP (30 MW – tipo MTR/Piscina CTMSP). 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, 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).

Projetos Estratégicos

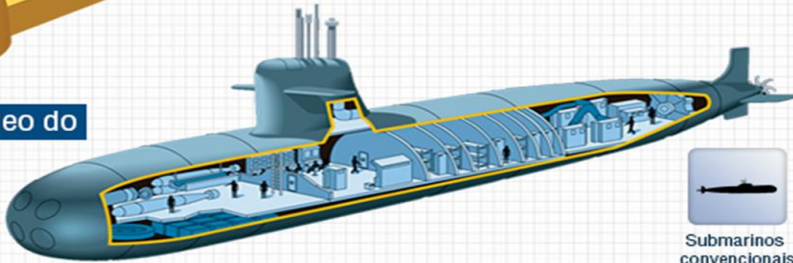
Programa Nuclear da Marinha



A Marinha tem dois projetos que visam ao emprego de energia nuclear para a propulsão do primeiro submarino nuclear (SN-BR) a ser construído no Brasil. O primeiro, de combustível nuclear, foi concluído em 2012 com a inauguração da Unidade Piloto de Hexafluoreto de Urânio (Usexu). O segundo tem conclusão prevista para 2016, com a construção, operação e manutenção de um reator.

Construção do Núcleo do Poder Naval

O projeto prevê aquisição e distribuição de material, navios e modernização das instalações da Força Naval.



Projeto: SisGAAZ

O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ) pretende ampliar o monitoramento das Águas Jurisdicionais Brasileiras e das regiões de busca e salvamento sob responsabilidade do Brasil.



Infográfico: Ministério da Defesa

*Imagens meramente ilustrativas



RELAÇÕES ENTRE PNM E PROSUB

PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA (PNM) CTMSP



TECNOLOGIA, PROJETOS, REFERÊNCIAS, FORMAÇÃO DE OPERADORES

LABGENE (ARAMAR)

COMBUSTÍVEL NUCLEAR

CICLO DO COMBUSTÍVEL (ARAMAR)

EBN ITAGUAÍ/RJ

COMBUSTÍVEL NUCLEAR

SN-BR



PROGRAMA DE DESENV. SUBM. (PROSUB) – SN-BR COGESN



UFEM



Itaguaí/RJ
€\$ 6.8 bi*
2008/2029



Campinas/SP
R\$1,8 bi
2014/2018



S-40 RIACHUELO



S-41 HUMAITÁ



S-42 TONELEIRO



S-43 ANGOSTURA



SN-10 ÁLVARO ALBERTO

PROSUB

- Compra do pacote material e logístico dos submarinos convencionais (S-BR) e do nuclear (SN-BR).
- Projeto e construção do submarino nuclear com transferência de tecnologia.
- Compra de Torpedos e Despistadores.
- Projeto e construção de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM).
- Projeto e construção da Base Naval, Túnel e Plataforma Elevatória (EBN).

54%

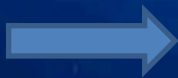
NAVAL GROUP

32%

ODEBRECHT

14%

ICN
INDUSTRIAL CONSTRUÇÃO NAVAL S.A.



NAVAL GROUP

41%

ODEBRECHT

59%

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). O PROSUB é o desdobramento de anos de pesquisas no projeto de domínio do ciclo do urânio, de pesquisas para a obtenção de combustível e 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.

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 precípuo 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.

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 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* e da aquisição de trinta torpedos (possivelmente do modelo F21) e de cinquenta despistadores de torpedo (MARINHA DO BRASIL, 2014). 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).

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 m² 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 acordo do PROSUB contempla a nacionalização e a transferência de tecnologia através do projeto e construção dos quatro submarinos convencionais e de todas as partes não nucleares do SNBr. Conforme o Comandante Koga (2016), os oito contratos estabelecidos são:



CONTRATOS

Contrato I – 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 II – Submarino com Propulsão Nuclear (SNBR) – projeto, fornecimento de materiais e equipamentos e construção do submarino, exceto a parte nuclear;

Contrato III – Fornecimento de Torpedos F21 e Despistadores de Torpedo, em que o primeiro lote foi entregue pela Naval Group em fevereiro de 2020;

Contrato IV – Projeto e construção de um Estaleiro e Base Naval (EBN) e de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM);

Contrato V – Administração, Planejamento e Coordenação do Objeto Precípuo;

Contrato VI – Transferência de Tecnologia (ToT) – para a construção de submarinos, para o projeto de submarinos, para o projeto e a construção do EBN; e

Contrato VII – trata de OFFSET.

VALORES (em euros)

I – Material dos quatro SBr e respectivo apoio logístico - €\$ 1,68 bilhão;

II – Construção dos quatro SBr - €\$ 756,2 milhões;

III – Submarino SNBr sem reator - €\$ 700 milhões;

IV – Construção do SNBr - €\$ 551 milhões;

V – Equipamento e sensores - €\$ 99,7 milhões;

VI – Estaleiro e Base Naval - €\$ 1,785 bilhão;

VII – Administração do contrato - €\$ 215 milhões;

VIII – Transferência de Tecnologia - €\$ 908,58 milhões.

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. 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.

(PODER NAVAL, 2009; NETO, 2012; NAVAL GROUP, 2015; MARINHA DO BRASIL, 2007; 2020).

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 plano 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 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 (Howaldtswerke-Deutsche Werft é o maior estaleiro da Alemanha, criado em 1968. Em janeiro de 2005 a empresa passou a fazer parte do grupo empresarial ThyssenKrupp), 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 Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro - AMRJ (ANDRADE; FRANCO E SILVA; HILLEBRANT; FRANCO, 2018).



A década de 1990 logrou um êxito da indústria militar nacional, pois foi nessa década 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 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 descontinuidades 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, não ser uma unanimidade para o seu alto comando (CORRÊA, 2009; MARTINS FILHO, 2011). 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 ocorrer: do Executivo e da ascensão política do Presidente Luís Inácio Lula da Silva, mas apenas em seu segundo mandato. Assim, o Presidente Lula, através da Marinha do Brasil e do Ministério da Defesa, 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).

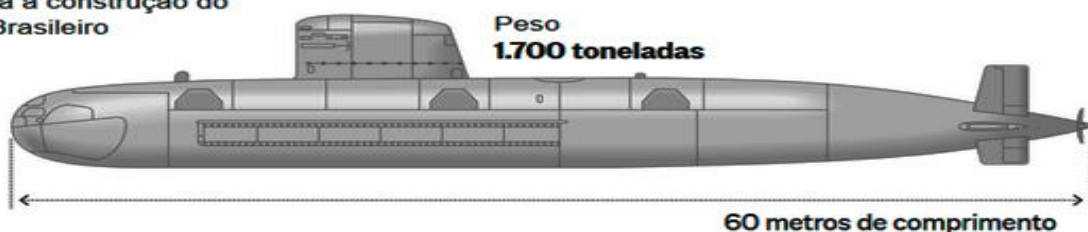


A classe de submarinos comercializada pela empresa francesa e escolhida para ser adaptada ao PROSUB, constituindo-se, assim, na classe Riachuelo para nossos submarinos, é a classe Scorpene, considerada pelos especialistas navais internacionais, como uma das mais bem sucedidas em operação no mundo atualmente. 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 Scorpene 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 Scorpene 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 Scorpene 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 Scorpene 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 discrição (PODER NAVAL, 2018; 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 Scorpene 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), 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 Scorpene 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, 2018). 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 CO₂ 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 .

Saiba mais sobre o submarino

Scorpène

O Submarino francês que serviu de base para a construção do submarino Brasileiro



S-BR

Submarino francês- brasileiro



Tripulação
Até 35 militares

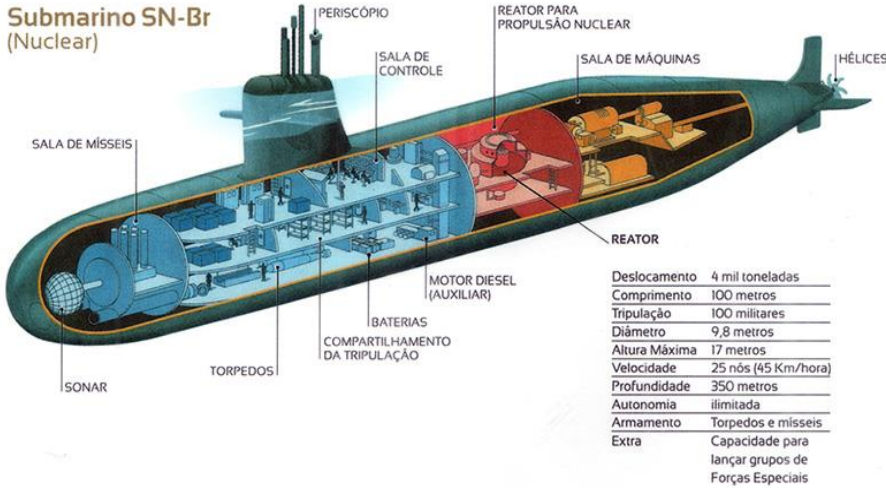
Autonomia
Ele pode ficar até 60 dias em patrulha, sem ter que atracar em um porto

Armamento
Tem seis tubos lançadores de torpedos

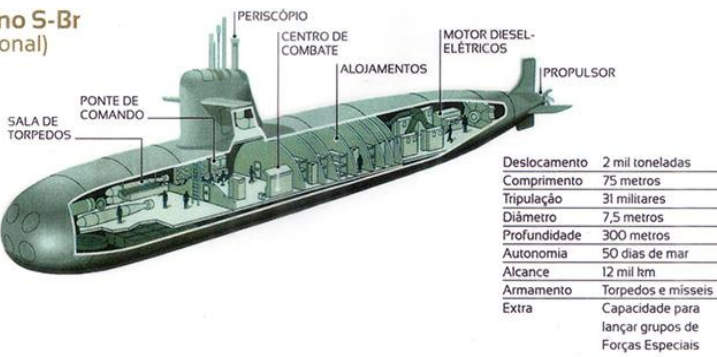
17

Conheça os submarinos

Submarino SN-Br (Nuclear)



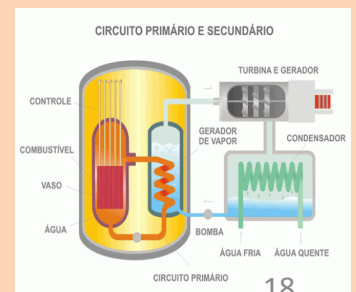
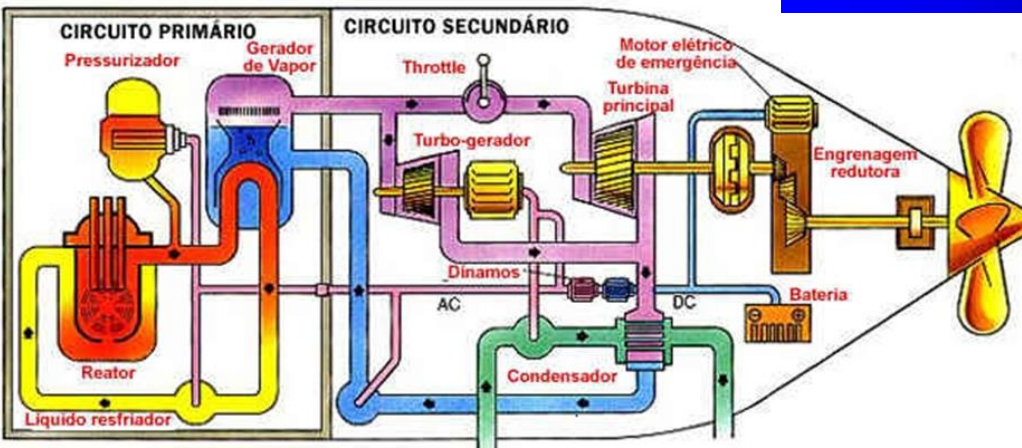
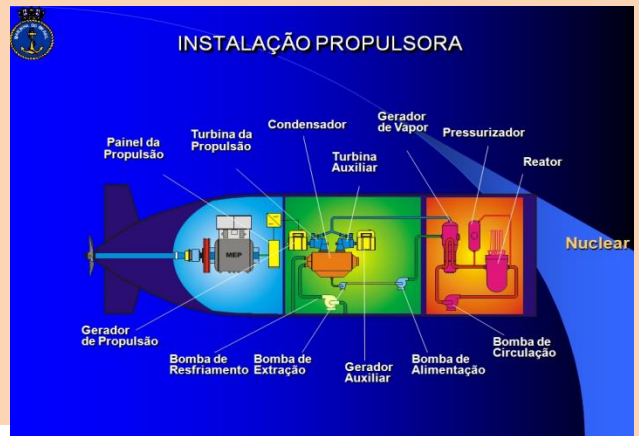
Submarino S-Br (Convencional)



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.

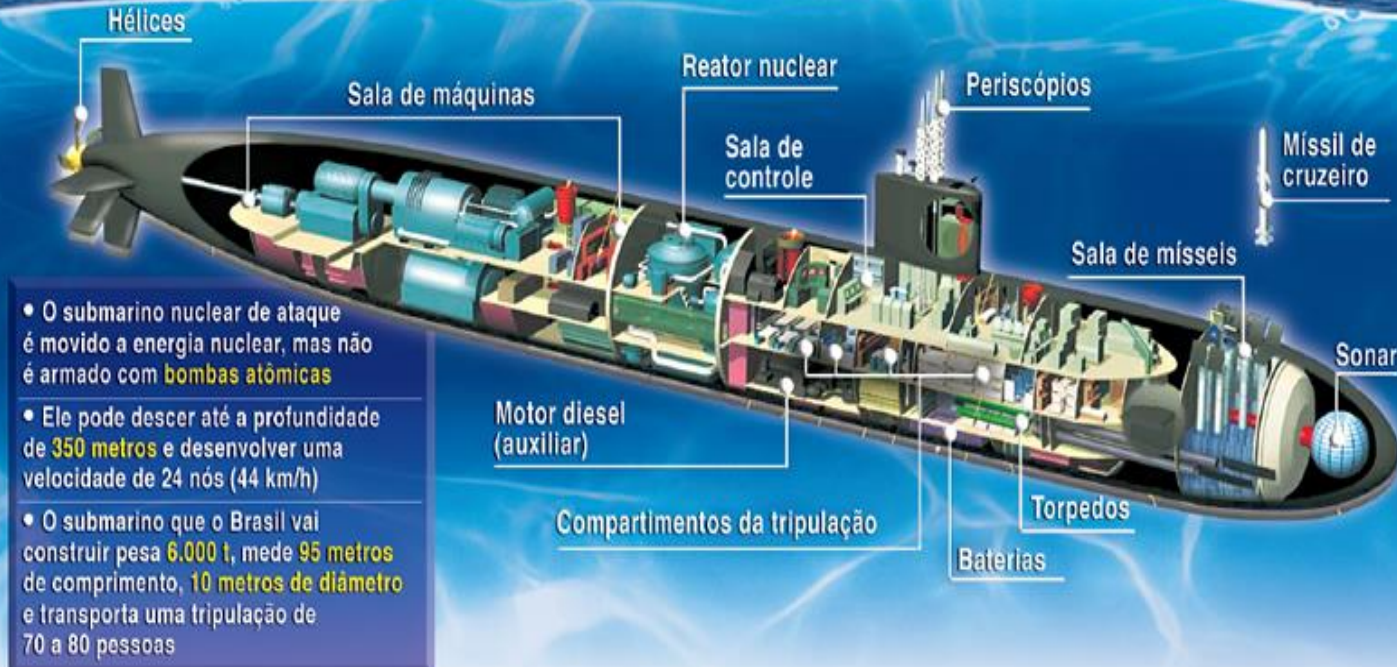
Lembramos que o LABGENE é o protótipo em terra da planta de propulsão nuclear que servirá ao submarino nuclear. Ele terá 11MW de potência elétrica, providos por um reator nuclear do tipo PWR e quatro turbogeradores que alimentarão um Motor Elétrico de Propulsão (MEP) e demais sistemas da referida planta. 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).

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, 2018).



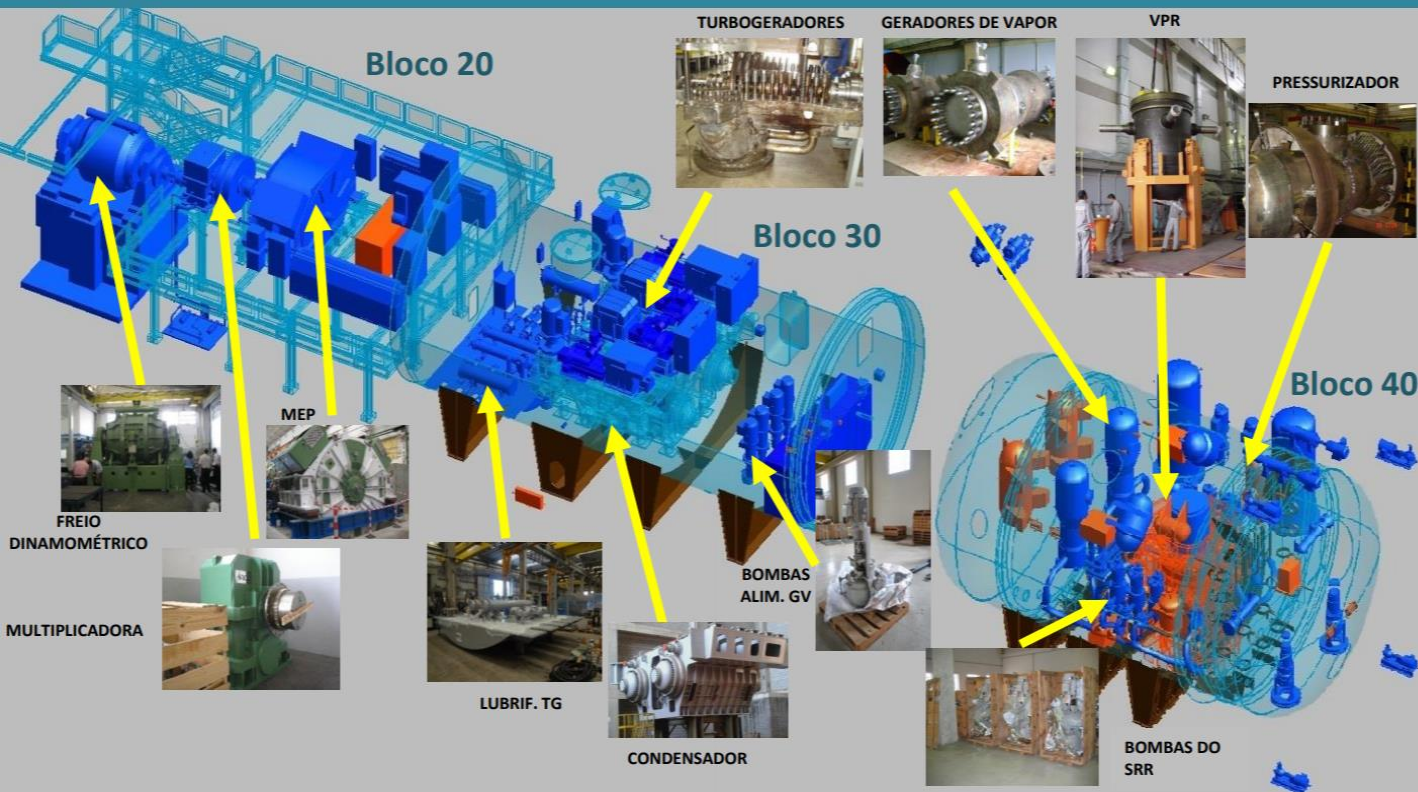
SUBMARINO NUCLEAR MADE IN BRAZIL

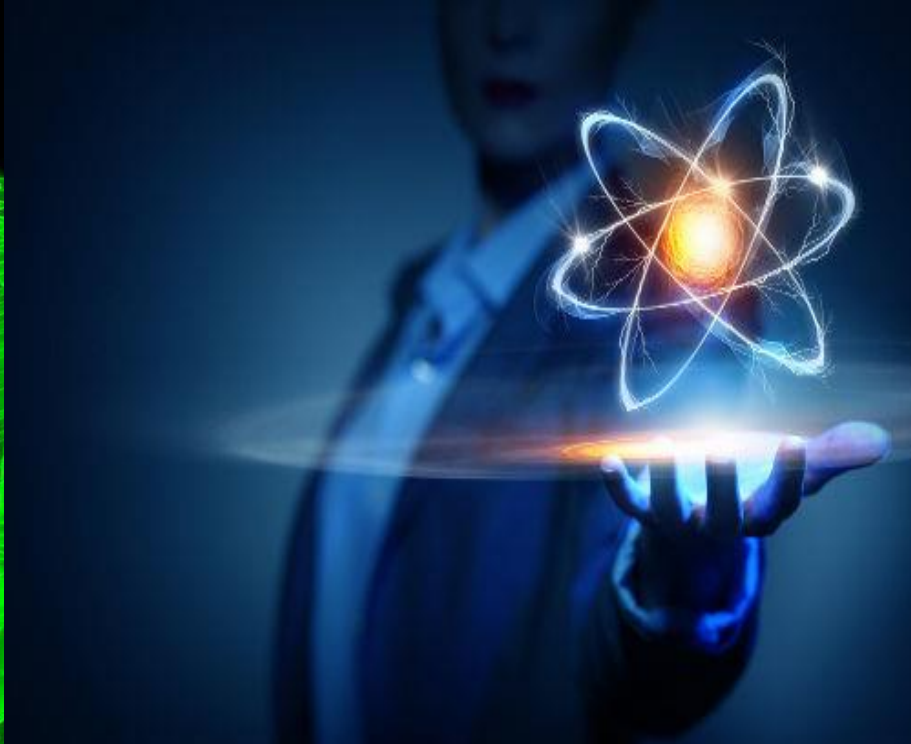
O País já desenvolveu o processo de enriquecimento de urânio e agora constrói um protótipo de reator nuclear. Falta aprender a fabricar o casco



- O submarino nuclear de ataque é movido a energia nuclear, mas não é armado com bombas atômicas
- Ele pode descer até a profundidade de 350 metros e desenvolver uma velocidade de 24 nós (44 km/h)
- O submarino que o Brasil vai construir pesa 6.000 t, mede 95 metros de comprimento, 10 metros de diâmetro e transporta uma tripulação de 70 a 80 pessoas

Equipamentos Principais LABGENE



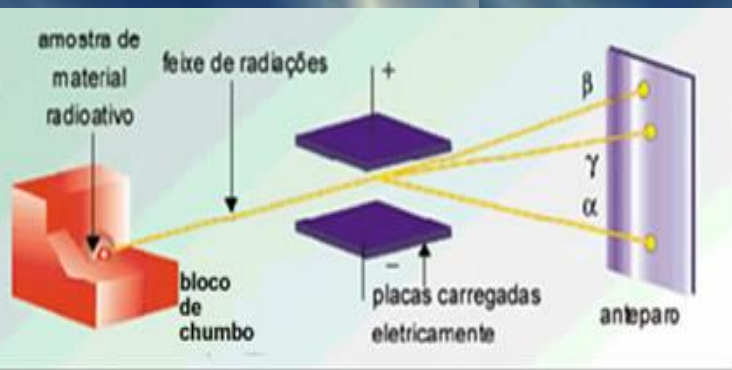
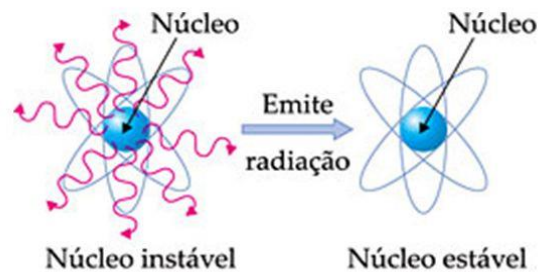


RADIAÇÃO E ENERGIA NUCLEAR

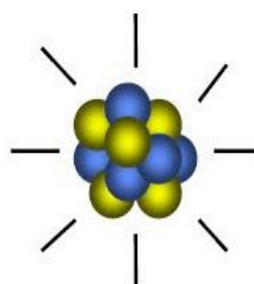


O que é radioatividade?

É o fenômeno em que um **núcleo instável** emite espontaneamente entidades (partículas, ondas), transformando-se em outro **núcleo mais estável**.



Núcleo instável



Radiação +

Núcleo estável



Radioatividade

Partículas Alfa, Beta e Radiação Gama

(α)

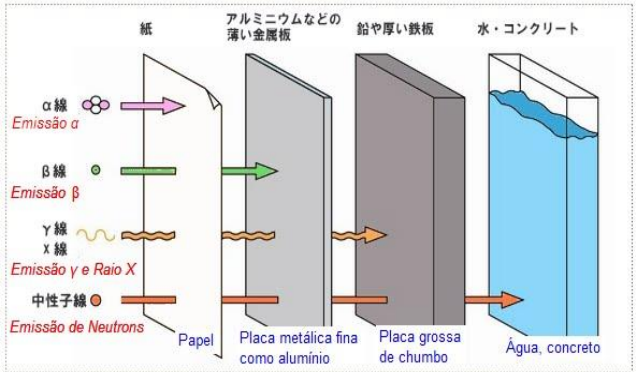
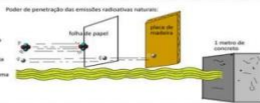
- Constituídas por dois prótons e dois nêutrons;
- Partículas de carga positiva;
- Menor poder de penetração;
- Provocam poucos danos nos seres vivos;

(β)

- Partículas com carga negativa;
- Semelhantes aos elétrons;
- Poder de penetração médio;
- Provocam graves danos nos seres vivos;

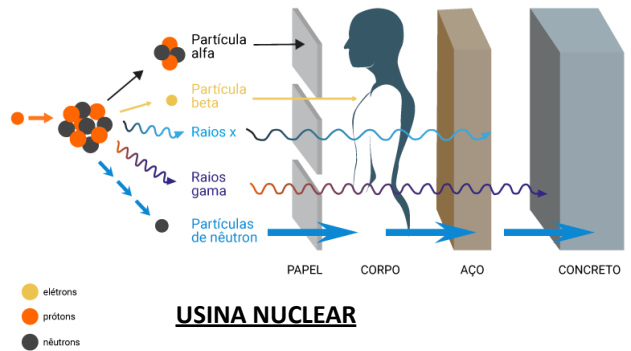
(γ)

- Não possui carga elétrica;
- Onda eletromagnética de alta energia;
- Grande poder de penetração;
- Provoca danos irreparáveis nos seres vivos;



Nome da radiação	Símbolo	Tipo	Carga	Massa (u)	Velocidade	Penetração	Exemplo de Penetração
Alfa	${}^4_2\alpha$	2 prótons 2 nêutrons	+2	4	1/10 da luz	Baixa	Atravessa uma folha de papel
Beta	${}^0_{-1}\beta$	1 elétron	-1	0	9/10 da luz	Média	Roupas grossas
Gama	${}^0_0\gamma$	Onda eletromagnética	0	0	da luz	Alta	Parede de concreto ou chumbo

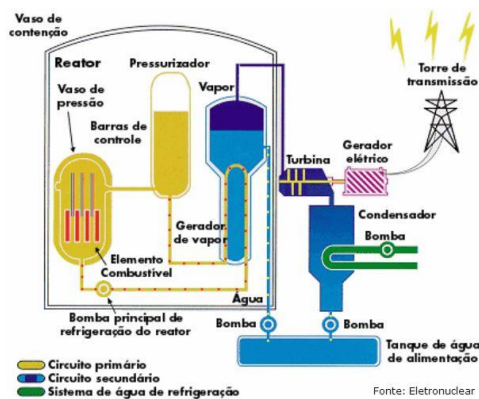
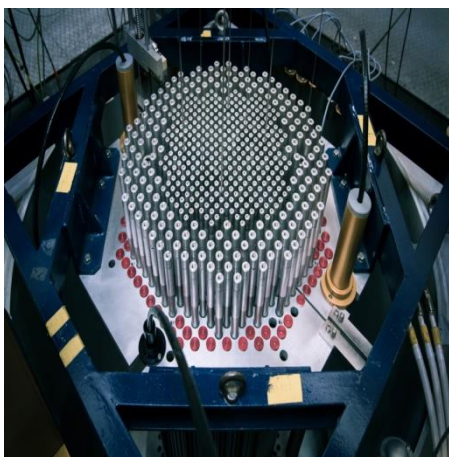
Um corpo que foi irradiado não se tornará radioativo.



RADIAÇÃO IONIZANTE	RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE
Radiação visível, radiação infravermelha, radiofrequência, radiação de microondas, laser	Radiação alfa, beta, gama e raios X Radiação de baixo comprimento de onda (< 10 nm)

USINA NUCLEAR

Unidade fabril para a geração de energia elétrica





Tudo sobre Urânio (U)



Minério de urânio

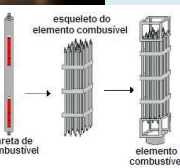
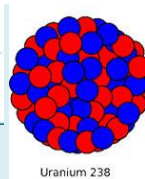
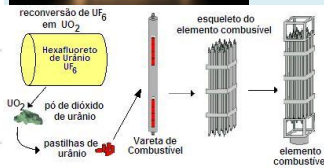
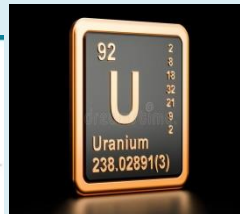
Uma reserva inexplorada

Jazidas brasileiras de urânio e potencial produtivo



- **Maiores reservas mundiais:** Austrália, Cazaquistão, Canadá, Rússia, África do Sul, Níger e Brasil
- **309 mil toneladas** do minério estão distribuídas em jazidas na Bahia, Ceará, Paraná e Minas Gerais
- **7ª Colocação** é a posição que o país ocupa no ranking das reservas mundiais de urânio
- **300 mil Toneladas** é o potencial de mineração somente a região Norte
- **Mais de 11%** de toda a energia consumida no mundo vem do urânio

Fonte: INB



Conceitos básicos

Número atômico (Z):
- Representa o número de prótons de um átomo.
 $Z = p$

Número de massa (A):
- Representa o número de partículas nucleares.
 $A = p + n$ $A = Z + N$ $N = A - Z$



ROCHA – 0,01 % U / U 238 - apenas 1% U 235

ENRIQUECER URÂNIO

URÂNIO NATURAL



1

Extração: o mineral se encontra nas rochas que se extraem das minas de urânio



2

Concentração: é a etapa de trituração e dissolução química para extrair o urânio em forma de pó amarelo

PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO

4 Consiste em aumentar a percentagem de urânio 235, separando-o do urânio 238 no centrífugador. O gás enriquecido em U235 é enviado a um segundo centrífugador

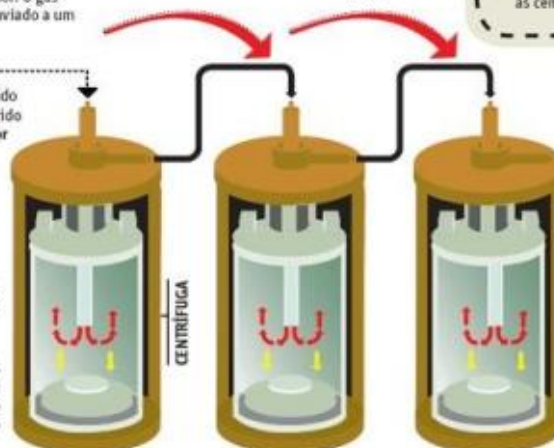
3 **Conversão:** é a mistura com fluorina para obter um gás

O U235, mais leve, sobe

O U238, mais pesado, vai para o fundo e é extraído

O gás enriquecido em U235 é enviado a um segundo centrífugador

O processo se repete em uma série de centrífugadores



USOS

CIVIL
São necessários de 4 a 5% de U235 (urânio enriquecido) para alimentar as centrais nucleares

MILITAR
Aumento de U235 até pelo menos 90% para fabricar bombas nucleares

O PROCESSO

- 24 cascatas de 164 centrífugas enriquecem urânio natural a: **3,5%**
- 8 cascatas de 164 centrífugas para enriquecer: **20%**
- 4 cascatas de 114 centrífugas para enriquecer: **60%**
- 2 cascatas de 64 centrífugas para enriquecer: **90%**



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 Société Mini re, passando a fornecer esse material rico em t rio para a fabrica o de lamparinas incandescentes   gás, criadas pelo austríaco Carl Auer von Welsbach, como um material importante para produzir luz forte e duradoura que iluminou a 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 embarca es. Com a populariza o da energia elétrica na década de 1920, a exporta o da monazita sofreu uma queda considerável, mas logo foi retomada com a descoberta das

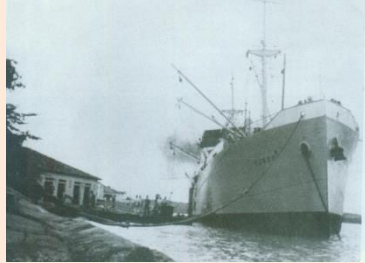
pesquisas sobre o tório como material para reatores nucleares. Em 1941 essa empresa de explora o foi transformada em Monazita Ilmenita do Brasil – MIBRA, com a chegada do russo Boris Davidovich, também naturalizado como francês, norte-americano e brasileiro, chegando a possuir até cinco empresas em todo o mundo relacionadas   extra o 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 quil metros de praia brasileiras, com extra o de até 36 toneladas de areia por dia, destruindo restingas sob denúncia de trabalho forçado e sonega o de impostos. Em 1956, uma Comissão Parlamentar de Inquérito foi formada para investigar o negócio de Boris em Guarapari, e apontaram que por quase 30 anos, todo o tório retirado 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   Prefeitura de Guarapari. A CPI da Energia At mica 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).



A GUERRA DE GUARAPARI
UMA HISTÓRIA SOBRE PRAIAS TROPICAIS. BOMBAS ATÔMICAS, RIQUEZA E EXPLORA O NO LITORAL BRASILEIRO



BORIS DAVIDOVICH
Sua confissão durante audiência da CPI da energia atômica, em 1956. Foto Tribuna da Imprensa



O navio Fjord, um dos mais ativos na retirada da monazita em Guarapari

Boris Davidovich durante audiência da CPI da energia atômica, em 1956. Foto Tribuna da Imprensa

200 mil toneladas de monazita foram retiradas do litoral entre 1889 e 1951, segundo estimativas de especialistas da época, entre exporta es legais e clandestinas



Retirada e transporte de areia monazítica de Guarapari no início do século XX. O material seguia para galpões de separa o e estocagem, como retrata a imagem da capa, também do mesmo período. Fotos: Acervo Ufes.



TRIGO, SOLDADOS E AREIA

A partir da década de 40, acordos oficiais entre Brasil e Estados Unidos consolidaram o que já era feito por empresas privadas sem qualquer controle e fiscaliza o. Getúlio Vargas se comprometeu a enviar a areia monazítica brasileira aos americanos, a preços médicos, como parte da "Política da Boa Vizinhaça" entre os dois países.

Parte da elite intelectual brasileira defendia que a matéria-prima fosse mantida no país, e que fosse criada uma política nacional para desenvolvimento da tecnologia nuclear, o que não avançou. Além disso, apesar de inúmeras tentativas, os EUA não concordavam em compartilhar tecnologia e conhecimento atômico com o Brasil. Isso acabou gerando um mal-estar político que culminou com a cria o de uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) em 1956, para investigar os interesses brasileiros em torno dos acordos com os EUA.

Em outras negocia es, foram trocadas toneladas de areia por trigo americano. Documentos mostram que o acordo favorecia somente a potência americana. O Brasil chegou a tentar enviar mais t rio beneficiado em usinas locais, como forma de garantir mais lucros. No entanto, em uma manobra política, os Estados Unidos passaram a taxar a entrada do tório beneficiado em 33%, inviabilizando o envio por parte do Brasil. A areia monazítica bruta, por sua vez, não era taxada.

Em um terceiro momento, o Brasil foi forçado a se decidir entre enviar tropas aliadas para a Guerra da Coreia, em 1951, ou se comprometer a enviar mais areia monazítica e outras "matérias-primas estratégicas" para os portos norte-americanos.

TEXTO GAZETAONLINE

[HTTPS://ESPECIAIS.GAZETAONLINE.COM.BR/BOMBA/](https://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/)

AGLISSON LOPES
NATÁLIA BOURGUIGNON

PARA SABER MAIS



VÍDEOS

106 anos da Força de Submarinos da Marinha do Brasil

<https://www.youtube.com/watch?v=sUwMwLJH4E>

A BASE DO PROSUB – Base de Submarinos da Ilha da Madeira

<https://www.youtube.com/watch?v=-IM5NXWYyGw>

A fábrica de submarinos do Brasil

<https://www.youtube.com/watch?v=ImRe-XtSV8c&t=100s>

SCORPÊNE x RIACHUELO – Quais são as diferenças?

<https://www.youtube.com/watch?v=g5jfG9zLLkA>

O que é o AIP e por que o Submarino Riachuelo não terá?

<https://www.youtube.com/watch?v=w3ZCcWUJn8Q>

Programa Nuclear da Marinha

<https://www.youtube.com/watch?v=o7p7J7gAM0w&t=98s>

O enriquecimento de urânio da Marinha do Brasil

<https://www.youtube.com/watch?v=TU4gX0o5NRE>

O RMB contra o câncer

<https://www.youtube.com/watch?v=NwX5QPf44Zo>

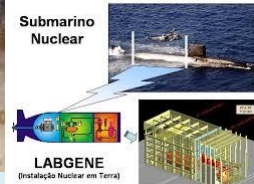
**FIQUE POR
DENTRO**



Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica - LABGENE

O LABGENE foi concebido como um protótipo, em terra, dos sistemas de propulsão que serão instalados no futuro Submarino Nuclear Brasileiro (SN-BR), a fim de possibilitar a simulação, em condições ótimas de segurança, da operação do reator e dos diversos sistemas eletromecânicos a ele integrados, antes de sua instalação a bordo do SN-BR. Outro ponto importante a ser destacado é que, pela sua característica dual de utilização, o LABGENE servirá de base e de laboratório para outros projetos de reator nuclear de potência no Brasil. O LABGENE foi projetado para ser formado pelas seguintes Seções: Bloco 10 - Freio Dinamométrico; Bloco 20 - Motor Elétrico da Propulsão; Bloco 30 - Turbogeneradores; e Bloco 40 - Reator Nuclear. A fase atual do Projeto do LABGENE, celebra o início dos testes de

acionamento dos Turbogeneradores (Bloco 30), bem como a integração destes com os demais equipamentos auxiliares dessa Seção. Durante essa fase, o vapor que acionará os Turbogeneradores será gerado por uma caldeira de vapor saturado seco, a qual será substituída, em 2021, por um equipamento produtor de vapor acionado pela energia térmica gerada pelo Reator de Água Pressurizada (PWR). Quando em plena operação, o LABGENE será composto de uma planta nuclear com 48 Megawatts de potência térmica, capaz de alimentar todos os subsistemas necessários para a propulsão de um submarino – tal energia é suficiente para iluminar uma cidade de aproximadamente 20 mil habitantes.



SOBRE O REFERENCIAL HISTÓRICO-CRÍTICO DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Este caderno busca dissertar sobre ensino e aprendizagem, com intenções em compreender os modos e as práticas que ocorrem na educação escolar conforme o 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, buscamos refletir sobre a relação pedagógica entre os processos de ensino e aprendizagem e os conteúdos escolares, concebendo-os como um saber escolar da prática social.

Conforme a própria noção de trabalho educativo apresentado pela PHC, tomamos a prática social como a prática própria dos indivíduos na sociedade atual em seu ponto mais avançado, concebida enquanto prática humana universal, historicamente produzida e socialmente acumulada. Portanto, prática social 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, 2011; 2018; SANTOS, 2013).

Como prática social escolar, a prática educativa se diferencia pela particularidade de trabalhar com a questão do conhecimento elaborado, 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, cabe para nós professores, como tratamento da informação e posicionamento epistemológico, mas também como prática de ensino e posicionamento político, o trabalho necessário da crítica como educação escolar.

Através da PHC e de sua lógica dialética como conhecimento, devemos compreender que a particularidade da realidade de um fenômeno como objeto de ensino, 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 escolha de uma prática docente 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.



A escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, do saber metódico, científico. Ela necessita organizar processos, descobrir formas adequadas a essa finalidade. Essa é a questão central da pedagogia escolar. Os conteúdos não representam a questão central da pedagogia, porque se produzem a partir das relações sociais e se sistematizam com autonomia em relação à escola. A sistematização dos conteúdos pressupõe determinadas habilidades que a escola normalmente garante, mas não ocorre no interior das escolas de educação básica (SAVIANI, 2011, p.66).

PRÁTICA SOCIAL

MEDIAÇÃO ESCOLAR

PRÁTICA SOCIAL

O desenvolvimento das habilidades intelectuais do homem esteve sempre determinado, em última instância, pelo desenvolvimento histórico das formas de produção da vida material e das relações sociais de produção, que impulsionam as capacidades de objetivação e apropriação do conhecimento pelo indivíduo, mas também de sua alienação (SAVIANI, 2012).

CONHECENDO A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Jornal Cruzeiro do Sul 13/03/14 | Equipe Online - online@jcrucruzeiro.com.br

Daniela Jacinto

<https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/536125/>. Acesso em: 24/07/2019.

Considerada um marco na educação brasileira, porém pouco praticada no cotidiano escolar, a Pedagogia Histórico-Crítica, teoria criada pelo pedagogo brasileiro Dermeval Saviani, tem como foco a transmissão de conteúdos científicos por parte da escola, porém sem ser conteudista. O ensino conteudista é aquele em que se passa uma quantidade enorme de conteúdo, sem se preocupar com o desenvolvimento intelectual, cultural e de raciocínio do aluno. A teoria de Saviani, no entanto, preza pelo acesso aos conhecimentos e sua compreensão por parte do estudante para que este seja inclusive capaz de transformar a sociedade.

Trata-se de uma pedagogia contra-hegemônica, inspirada no marxismo, portanto preocupada com os problemas educacionais decorrentes da exploração do homem pelo homem. É uma teoria de orientação socialista, organizada no Brasil a partir da década de 1980.

Na Pedagogia Histórico-Crítica a educação escolar é valorizada, tendo o papel de garantir os conteúdos que permitam aos alunos compreender e participar da sociedade de forma crítica, superando a visão de senso comum. A ideia é socializar o saber sistematizado historicamente e construído pelo homem. Nesse sentido, o papel da escola é propiciar as condições necessárias para a transmissão e a assimilação desse saber.

Conforme Dermeval Saviani, que esteve em Sorocaba na segunda-feira passada, dia 10, para a aula inaugural do curso de Pedagogia na UFSCar, e concedeu entrevista exclusiva ao Educare, sua teoria pedagógica entende que a sociedade atual é injusta, baseada na exploração do trabalho pelo capital, por isso ele acredita que o movimento operário deve se organizar para que não existam mais exploradores e explorados. "Para que essa teoria se desenvolva efetivamente é necessário um outro tipo de organização social e isso é difícil porque nesse caso a nossa sociedade é questionada, mas a ideia é assegurar aos alunos o domínio dos conhecimentos e conquistas humanas para que eles possam agir na sociedade de maneira diferente".

O professor frisa que as teorias dominantes tendem a desconsiderar a importância dos conhecimentos elaborados de base científica. "A Escola Nova seculariza o conhecimento do professor assim como o Construtivismo, entre outras propostas, que assumem posições negadoras da escola", afirma.

De acordo com Dermeval, para uma pessoa aprender a falar, ela não precisa da escola, mas para ler e escrever sim. "Os conteúdos acabam sendo sonogados da população, dos trabalhadores na verdade, porque a elite dominante tem escolas que asseguram esse acesso. Por isso é que defendo a valorização dos conteúdos e conhecimentos sistematizados. A escola tem de priorizar isso", diz. O educador observa que nos últimos anos as escolas têm sido incentivadas a cuidar de outras coisas.

O que existe, afirma, é a inclusão de elementos que não são relevantes, que não precisam ou não deveriam entrar no currículo das escolas. "Mas há deputados que querem introduzir disciplinas. Teve um que queria incluir aula de xadrez nas escolas porque estimula o raciocínio, enfim, enquanto muitos estudantes questionam diversos tipos de conteúdos porque acreditam que não serão usados em seu dia a dia e serão esquecidos, eu defendo que eles são necessários para que se entre em outro patamar". Como exemplo, Dermeval diz que é preciso ter acesso à norma culta da Língua Portuguesa para que o aluno tenha condições de ler os clássicos. "O andaime é indispensável para uma construção, não é porque ele não será usado mais tarde que devemos abrir mão do andaime. Então da mesma forma, na Educação, há coisas que a escola tem de desenvolver para que o estudante consiga alcançar outros degraus. O óbvio precisa ser reiterado porque acaba sendo esquecido", afirma.

Dermeval lembra que os alunos reclamam dos professores, alegando que as aulas são muito teóricas e que deveriam ser mais práticas. "Mas sem a teoria a prática fica cega. Por sua vez, a teoria sem a prática é mera abstração, então é preciso saber dosar, mas quiçá tivesse mesmo mais teorias, aí sim muita gente teria aprendido mais coisas.". Quando Dermeval fala de teoria, ele não está falando em "jogar conteúdos aos ventos", mas sim trabalhar adequadamente esses conhecimentos nas escolas.

Outra observação que o pedagogo faz é com relação às várias teorias existentes e que muitos professores têm se perdido. Alguns já não sabem mais o que seguir e acabam misturando conceitos. Aqui vai a dica: "Não cabe misturar teorias pois isso não permite que seja feito um trabalho consistente. É preciso sim conhecer as várias teorias para superá-las", diz ele.



A SITUAÇÃO ATUAL

O capitalismo socializou pela grande indústria o processo de produção, o trabalho, mas manteve privada a propriedade dos meios de produção e dos produtos do trabalho. No atual estágio, essas relações de produção baseadas na propriedade privada dos meios de produção, de formas desenvolvimento das forças produtivas, estão se transformando no seu entrave. Entramos, pois, numa nova era de revolução social em que se faz necessário libertar as forças produtivas dos entraves provocados pela manutenção dos meios de produção em mão privadas, sob o risco de colocar em risco a própria existência humana neste planeta, ou pelo menos para uma imensa maioria da população que nele sobrevive. Trata-se, pois, de socializar os meios de produção compatibilizando-os com o processo de socialização do trabalho já realizado no âmbito do próprio capitalismo (SAVIANI, 2019, p. 216).

O quadro atual é “caracterizado pelo império da economia e política neoliberais, às quais correspondem a cultura da pós-modernidade”.

“As implicações pedagógicas dessa nova situação podem ser caracterizadas em quatro aspectos:

- No que se refere às bases econômicas-pedagógicas, identificamos, a partir da reconversão produtiva, a concepção pedagógica neoprodutivista que tem como corolário a “pedagogia da exclusão.
- Quanto às bases pedagógicas-administrativas detectamos a reorganização das escolas e redefinição do papel do Estado (neotecnicismo) com a palavra de ordem da “qualidade total” e a entrada em vigor da “pedagogia corporativa.
- No que diz respeito às bases psicopedagógicas ocorre a reorientação das atividades construtivas da criança (neoconstrutivismo) e a pedagogia das competências.
- Pelo aspecto das bases didático-pedagógicas, destaca-se a pedagogia do “aprender a aprender” e sua dispersão pelos diferentes espaços sociais (neoescolanovismo) “.

(SAVIANI, 2019, p.217-218).

EDUCAÇÃO E ATUALIDADE

Existe um paradoxo no fenômeno da relação entre educação e atualidade, “ ao mesmo tempo em que lhe volta as costas, a escola abraça a atualidade; ao mesmo tempo em que a nega, a escola a ele adere entusiasticamente (SAVIANI, 2019, p. 212)”.

A educação encontra-se, via de regra, defasada das necessidades atuais. Há certo senso comum difuso para qual a escola está sempre atrasada em relação aos temas e anseios posto pelo tempo presente (SAVIANI, 2019, p. 210)”.

Nesse sentido, a escola se relaciona com a atualidade como sua antítese.

Partindo do pressuposto da Escola Nova “a grande referência para a organização da educação é dada pelo “moderno” [...] ligando fortemente a educação à atualidade que deve fornecer todo conteúdo do ensino. Celebra-se, assim, as virtudes do novo supostamente intrínsecas do momento presente, das novidades (SAVIANI, 2019, p. 211)”.

Nesse sentido, em lugar da negação da atualidade, a educação aparece como sua celebração.

É preciso, pois, aprofundar a análise buscando ir além das aparências para ver se será possível dissolver o paradoxo.

Para isso não basta descrever o fenômeno tal como se manifesta na experiência imediata como um produto constituído. É necessário passar da descrição gênese do fenômeno, ou seja, é preciso passar do produto ao modo como foi produzido. (SAVIANI, 2019, p. 212)”.

Em cada etapa da história é papel da educação tornar o cada homem atual a sua época pela apropriação dos elementos essenciais acumulados historicamente. Sem isso o indivíduo da espécie humana não chega a ser homem [...]. 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. [...] Essa tarefa é imprescindível para que os membros das novas gerações possam se inserir de forma ativa na sociedade em que vivem, possam se tornar, enfim, atuais à sua época (SAVIANI, 2019, p, 213).

* Esta página foi produzida conforme Material de Apoio da LIVE QUARTA COM CIÊNCIA do PPGE /UFOPA – acesso em 26/08/2020.

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).

Com o referencial histórico-crítico, 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.

A prática pedagógica histórico-crítica deve objetivar a dimensão histórico-ontológica do gênero humano frente ao conhecimento científico, distinguindo-se das concepções idealistas em educação que conferem total autonomia à prática educativa em relação aos condicionantes sociais.

A relação entre o ponto de partida e o ponto de chegada da prática social como método pedagógico reflete o movimento dialético inerente ao método marxiano, que exige do planejamento de ensino a seleção dos conteúdos escolares que possibilitem aos alunos a visão de *totalidade* dos fenômenos da prática social, analisados em sua *história e contradições*.

A pedagogia histórico-crítica difere das pedagogias que entendem as desigualdades sociais como diversidade cultural. Ela se destaca pela defesa da socialização do saber sistematizado

A pedagogia histórico-crítica, bem como a psicologia histórico-cultural, amparadas no materialismo histórico-dialético, incorporaram a tese de que cabe à escola e ao trabalho educativo escolar a tarefa do desenvolvimento das funções psicológicas superiores na aprendizagem.

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).

Segundo Saviani (2018; 2019a), diante do quadro de problemas que configuram a educação escolar, 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. Concebida como um projeto liberal e democrático, com um discurso de que a marginalidade social 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, 2011; 2018; 2019a).

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, 2018, 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, 2011; 2018; 2019). De forma sintética, Saviani (2017) 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 hegemônicas 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. Desta forma, a PHC assume como teoria educacional, o compromisso político de defesa dos interesses da classe trabalhadora na efetivação da especificidade da escola, que é o da socialização do conhecimento e do trabalho organizado como saber objetivo e histórico-social, para 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. 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, 2015).

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 formulação, o que seria uma aparente oposição entre teoria e prática como problema do conhecimento pedagógico, vemos que a solução decorre dos modos como cada tendência pedagógica se constrói e se posiciona diante dos problemas do processo educativo. 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).

Conforme Saviani (2011; 2018; 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, de modo a expressar 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 antagônicos, nascem novos problemas enfrentados pela educação escolar, que na busca de soluções imediatas da relação professor-aluno, acabam por esconder a sua verdadeira essência como problema e acentuam ainda mais a sua ordem de complexidade como solução (SAVIANI, 2019b). Pelo 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; 2018; DUARTE, 2016). 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 seu movimento, em sua dinâmica processual histórico-social, que o fenômeno educativo deve ser apreendido como conceito. Assim, é a totalidade social que define como contexto a relação que se deve expressar como conteúdo de ensino e o que nos permite compreender determinado fenômeno da realidade como conhecimento científico. 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. 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. Mas como afirma Cury (1989), 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 sempre, mas são relativas historicamente a todo o movimento no real e no pensamento. 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). 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 pesam 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, 2012, 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. Ligando a questão do saber elaborado e do saber metódico ao papel social da escola e ao seu trabalho pedagógico na socialização do saber científico para a classe trabalhadora. 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.

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 escolar uma 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, 2018), em que o autor toma como referencia 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 (2018) propôs cinco momentos metodológicos para guiar 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. Analiticamente como método, há um movimento dialético que articula esses momentos, indo da síntese (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, 2018; 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 (2017) 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. 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, 2018; DUARTE, 2019).

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), para a qual os autores formulam 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 fazem 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, 1974; SAVIANI, 2018). 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 objeto de ensino 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, tendo especificidades e particularidades” que se expressam de modos diferentes conforme grupos e classes sociais distintos. 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). 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, 2018). 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*, 2018, 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, 2018).

Assim, longe de partir da apresentação de um conteúdo de ensino estanque para o aluno, como uma questão, um problema, ou projeto escolar que deve ser meramente tratado como uma atividade 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 imediatividade da vida empírica e cotidiana da comunidade escolar.

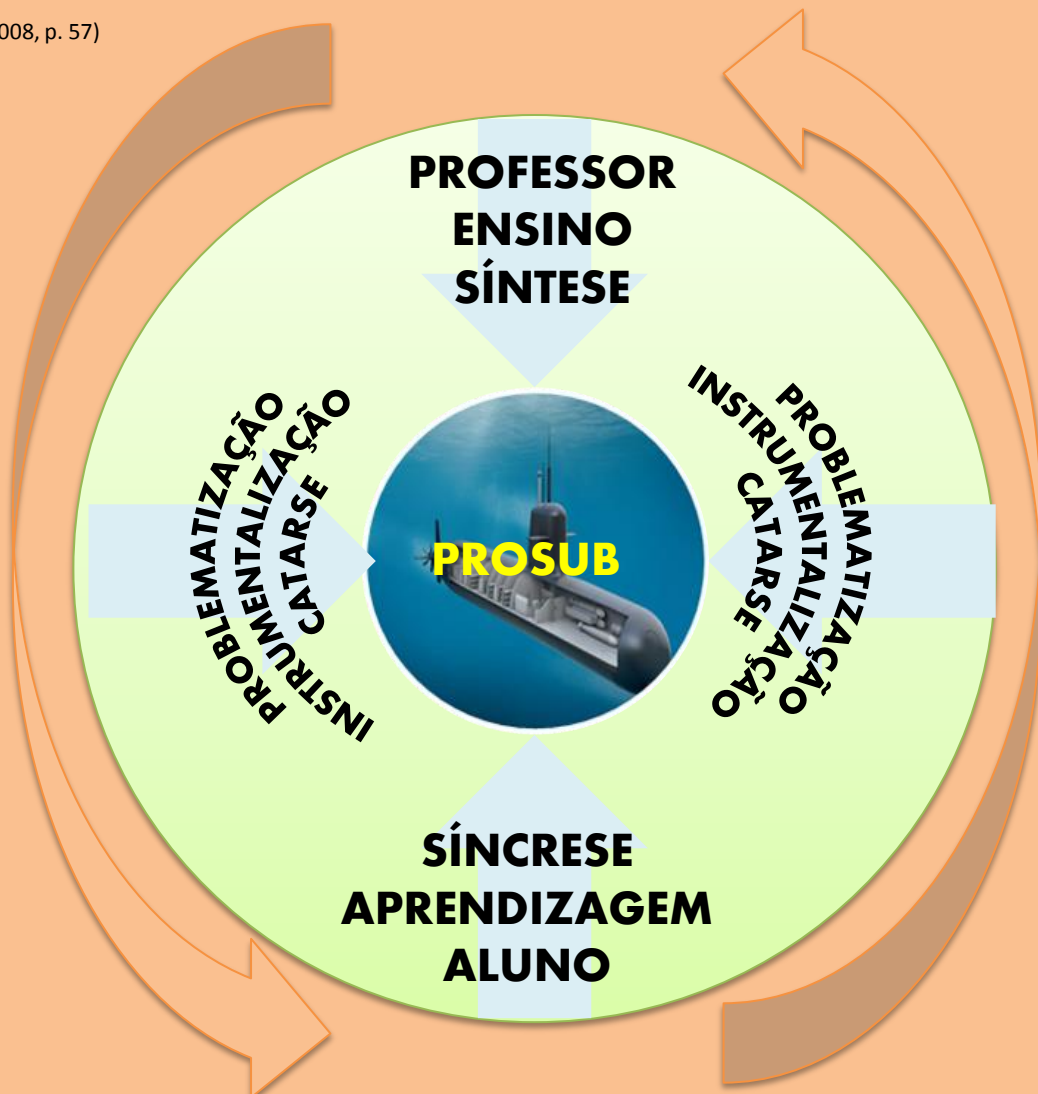
Toda aprendizagem compreendida como um processo dialético de domínio de determinado conhecimento, com certo grau de complexidade, fazem suscitar outras novas questões como problemas da prática social, de modo que é a própria aprendizagem e não as problematizações iniciais, que tornam dinâmicos os processos 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 (2018) 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. De certo, 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? 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.

Com a efetiva incorporação do método pedagógico aqui explicado ao trabalho educativo, 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. Obviamente isso não acontece como em um passe de mágica, depende do planejamento e da organização do trabalho docente como intencionalidade. Essas determinações tem 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). Consideramos que tomar o PROSUB como 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.

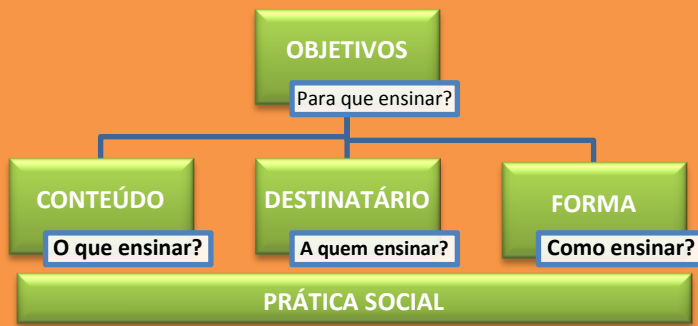
MOMENTOS DIALÉTICOS DO MÉTODO DE ENSINO

PROBLEMATIZAÇÃO	INSTRUMENTALIZAÇÃO	CATARSE
<p>Momento de identificação dos principais problemas postos pela prática social. Trata-se de detectar questões que precisam ser resolvidas no âmbito da prática social e, em consequência, que conhecimento é necessário dominar.</p> <p>Nesse momento do processo, a prática social será analisada confrontando-se o conteúdo que será trabalhado e suas condições de aplicação social, explorando suas contradições e determinações histórico-sociais, realizando-se a seleção de quais abordagens do conteúdo são fundamentais à educação escolar.</p>	<p>Momento no qual ocorrerá a apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários ao equacionamento dos problemas da prática social, já detectados e problematizados. “Trata-se da apropriação pelas camadas populares das ferramentas culturais necessárias à luta social que travam diuturnamente para se libertar das condições de exploração em que vivem.</p> <p>A instrumentalização é o caminho pelo qual o conteúdo sistematizado é posto à disposição dos alunos para que o assimilem e o recriem e, ao incorporá-lo, transformem-no em instrumento de construção pessoal e profissional. Nessa atividade, os alunos estabelecem uma comparação intelectual entre seus conhecimentos cotidianos e os conhecimentos científicos, apresentados pelo professor, possibilitando que eles incorporem esses conhecimentos.</p>	<p>É o momento de culminância do processo educativo.</p> <p>A catarse é o momento da expressão elaborada da nova forma de entendimento da prática social a qual o conhecimento se ascendeu como saber elaborado.</p> <p>Trata-se da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social.</p>

(SAVIANI, 2008, p. 57)



ESTRATÉGIAS PARA UM ENSINO HISTÓRICO-CRÍTICO SOBRE ENERGIA NUCLEAR



PROBLEMATIZAÇÃO
INSTRUMENTALIZAÇÃO
CATARSE

- APRESENTAR O PROSUB COM SUAS DETERMINAÇÕES E CONTRADIÇÕES HISTÓRICO-SOCIAIS
- EXPLICAR SOBRE A TECNOLOGIA DE SUBMARINOS CONVENCIONAIS E NUCLEARES
- TRATAR DA ENERGIA NUCLEAR, SUAS APLICAÇÕES, DETERMINAÇÕES E CONTRADIÇÕES HISTÓRICO-SOCIAIS COMO SABER ELABORADO
- DISCUTIR OS IMPACTOS DO PROSUB EM SOCIEDADE.

Na perspectiva da pedagogia histórico-crítica, a finalidade da educação escolar é transmitir aos indivíduos aquilo que eles não podem aprender sozinhos e que promoverá o desenvolvimento máximo das possibilidades humanas. Partindo dessas premissas, o professor tem relevante função, pois ele será o responsável pelo planejamento de ensino, organizando os conhecimentos clássicos fundamentais a serem garantidos pela escola para a humanização dos indivíduos; ele vai elaborar os meios mais adequados à apropriação da cultura; é o educador que terá condições de avaliar o que o aluno atingiu dos objetivos planejados e quais as correções de curso que precisam ser estabelecidas para que a aprendizagem se efetive. Para compreendermos adequadamente a avaliação da aprendizagem, precisamos ter em vista a relação entre vários elementos: conteúdo (o que), alunos (para quem), objetivo (para que) e recursos (como). O rol de “eixos” do processo pedagógico conta ainda com as condições objetivas de realização do trabalho educativo (PASQUALINI, 2010).

Em relação ao conteúdo, ele determina o ponto de partida da prática pedagógica relacionando-se à prática social (e lembremos que prática social, para a pedagogia histórico-crítica não está restrita ao cotidiano). Também está vinculado à problematização, isto é, por que é relevante ensinar este conteúdo? Sendo função da educação escolar qualificar os instrumentos psicológicos do sujeito, é preciso analisar em que os conteúdos estão contribuindo para a elevação das funções psicológicas. Orientando-se pela referência “para quem ensinar”, direcionamos adequadamente os instrumentos a serem utilizados e o objetivo do ensino. Para tanto, é preciso ter claro os conceitos de desenvolvimento efetivo e área de desenvolvimento iminente. Qual é o desenvolvimento efetivo do sujeito da aprendizagem e o que queremos alcançar com nossa ação com base na zona de desenvolvimento iminente? Nesse sentido, determinar quem é o aluno, dirige a instrumentalização, que é o que proporciona o domínio dos bens culturais traduzidos em conteúdo de ensino. Para tanto, é preciso conhecer o desenvolvimento humano para saber identificar adequadamente qual é a atividade-guia, ou seja, qual a atividade que promoverá o maior alcance de desenvolvimento daquela etapa da indivíduo.

Ao adotar o termo atividade-guia considera-se que ele com mais verossimilhança ajuda a compreender que uma atividade-guia não é a que mais tempo ocupa a criança, mas a atividade que carrega fatores valiosos e que contém elementos estruturais que impulsionam o desenvolvimento, ou seja, guia o desenvolvimento psíquico infantil. O que não é o caso dos termos principal ou predominante, pois os dois têm muito mais a ver com a ideia de atividade que a criança tem que realizar obrigatoriamente ou que ocupa mais tempo em suas atividades diárias (PRESTES, 2010, p. 163).

Já o objetivo é orientado pelo “para que ensinar algo”. O que vamos ensinar serve ao aluno? Mas atender o aluno, reiteremos, não é suprir suas necessidades imediatas, mas sim, lhe propiciar ascender do concreto ao abstrato e retornar ao “concreto pensado” – compreender as múltiplas determinações de um fenômeno. O objetivo esclarece quais são os instrumentos psicológicos que precisam ser desenvolvidos, por isso refere-se à instrumentalização, tendo em vista o conteúdo, os alunos e as condições para o ensino. Por último, é preciso mencionar o “como” ensinar, ou seja, quais recursos serão utilizados? Eles participam da instrumentalização – os meios para atingir os objetivos e também estão vinculados às condições. Se ensinamos algo de uma determinada maneira, quanto vamos atingir dos objetivos? De que outras maneiras poderíamos ensinar em nossas condições objetivas para conseguir nos aproximar mais dos objetivos traçados?

A avaliação é a verificação da aprendizagem a partir dos componentes anteriores. É claro que a constatação do que o aluno aprendeu não se dá por meio de um único instrumento, mas devemos planejar situações nas quais possamos avaliar o que o aluno está aprendendo e assim replanejar as ações, seja para potencializar ainda mais o que estamos ensinando, seja para buscar outras estratégias mais adequadas às proposições do ensino. O aluno consegue escrever sobre o que aprendeu? Elabora oralmente uma explicação para o conteúdo? É capaz de fazer relação deste conteúdo com outros? Precisa de um modelo para guiar suas ações? Consegue criar novas situações a partir dos conhecimentos apreendidos? Se chegamos ao domínio de um determinado conteúdo, temos um novo ponto de partida para recomençar o processo de ensino e aprendizagem. “Ao adotar o termo atividade-guia considera-se que ele com mais verossimilhança ajuda a compreender que uma atividade-guia não é a que mais tempo ocupa a criança, mas a atividade que carrega fatores valiosos e que contém elementos estruturais que impulsionam o desenvolvimento, ou seja, guia o desenvolvimento psíquico infantil. O que não é o caso dos termos principal ou predominante, pois os dois têm muito mais a ver com a ideia de atividade que a criança tem que realizar obrigatoriamente ou que ocupa mais tempo em suas atividades diárias” (PRESTES, 2010, p. 163). Assim, a avaliação (na proposta histórico-crítica) deve deflagrar um processo qualitativo das práticas pedagógicas que dialeticamente observa os resultados e orienta novos encaminhamentos.

MARSIGLIA; MAGALHÃES (2013, p. 1320 – 1322).

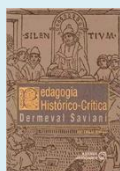
PARA SABER MAIS



LIVROS



DERMEVAL SAVIANI
Escola e democracia



DERMEVAL SAVIANI
**Pedagogia Histórico-Crítica:
primeiras aproximações.**

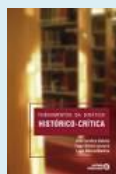


**Pedagogia Histórico-Crítica:
30 anos**

Ana Carolina Galvão Marsiglia



DERMEVAL SAVIANI
**Pedagogia Histórico-Crítica:
Quadragésimo ano**



**Fundamentos da Didática
Histórico-Crítica.**
Ana Carolina Galvão, Ligia
Marcia Martins e Tiago Nicola
Lavoura



**Pedagogia Histórico-Crítica:
legado e perspectivas**

Juliana Pasqualini, Lucas
Andre Teixeira e Marcela de
Moraes Agudo



VÍDEOS

DERMEVAL SAVIANI – A pedagogia histórico-crítica

<https://www.youtube.com/watch?v=13ojrNgMChk&feature=share&app=desktop>

PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA – Uma teoria de Dermeval Saviani

<https://www.youtube.com/watch?v=gCujlSVZJrc&t=18s>

LIVE QUARTA COM CIÊNCIA – Pedagogia histórico-crítica: diálogos com Dermeval Saviani

<https://www.youtube.com/watch?v=Z-HhCsFkvbc&t=553s>

LIVE QUARTA COM CIÊNCIA – Como avançar? Desafios teóricos e políticos da pedagogia histórico-crítica hoje

<https://www.youtube.com/watch?v=HevoTJyJxQ8&t=1169s>

Lavoura, T. N., & Martins, L. M. (2017) A dialética do ensino e da aprendizagem na atividade pedagógica histórico-crítica. *Interface*, 21(62), 531-541.

<http://www.scielo.br/pdf/icse/v21n62/1807-5762-icse-1807-576220160917.pdf>

Marsiglia, A. C. G. (2005). O ensino de ciências na perspectiva da pedagogia histórico-crítica: primeiras reflexões. In Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, SP. Recuperado de

http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p231.pdf

Marsiglia, A. C. G., Martins, L. M., & Lavoura, T. N. (2019). Rumo à outra didática histórico-crítica: superando imediatismos, logicismos formais e outros reducionismos do método dialético. *Revista HISTEDBR On-Line*, 19(e019003), 1-23. Recuperado de

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8653380>.

Marsiglia, A. C. G. & Saviani D. (2017). Prática pedagógica alfabetizadora à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. *Psicologia em Estudo*, 22(1), 3-13.

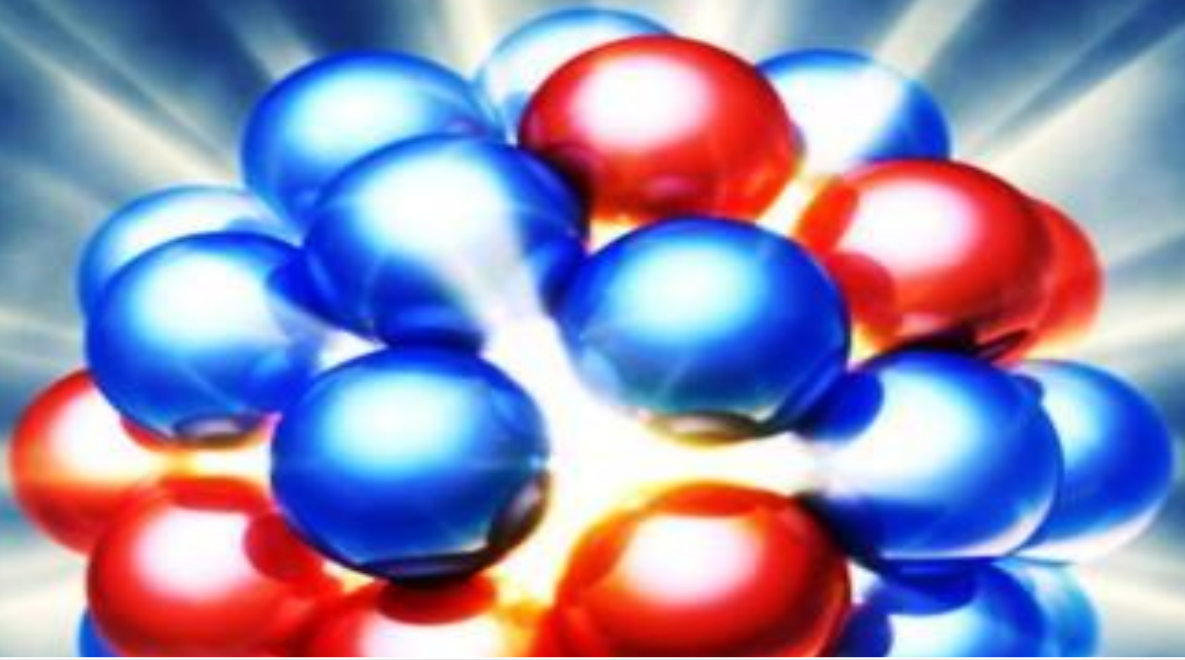
<http://doi.org/10.4025/psicoestud.v22i1.31815>

Martins, L. M. (2006). As aparências enganam: divergências entre o materialismo histórico dialético e as abordagens qualitativas em pesquisa. In 29ª Reunião Anual da ANPED, 2006. *Educação, Cultura e Conhecimento: desafios e compromissos*. Caxambu, MG.

https://social.stoa.usp.br/articles/0016/4005/As_aparA_ncias_enganam_-_divergencias_entre_o_mhd_e_as_abordagens_qualitativas.pdf



Artigos científicos



À GUIA DE CONCLUSÃO

O trabalho que deu a esse produto educacional teve 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 da ciência, ética humana e 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 teoria de ensino ou mais 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 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, 2019).

Fazendo do programa que levará ao submarino nuclear brasileiro e da energia nuclear conteúdo de ensino e conhecimento da Física, vislumbramos 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 estratégia leva 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 interesses de classes. Por isso admitimos ser 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 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. Sendo assim 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.

REFERENCIAS

- 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.
- AMAZUL. **Plano Estratégico Amazul**. SAGRES. São Paulo, junho, 2014.
- 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.
- 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 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- CNEM – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Reator Multipropósito Brasileiro – RMB**. In:< http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/RMB_2.pdf> Acesso em 20/04/2020.
- 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**. 2ª 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.
- 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/> Acessado em 22/10/2018.

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.

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.

DOS SANTOS, C.S. **Ensino de Ciências: abordagem Histórico-Crítica**. 2ª ed. São Paulo: Autores Associados, 88p. 2012.

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. **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.

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.

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.

GERALDO, A.C.H. **Didática de Ciências Naturais na Perspectiva Histórico-Crítica**. 2ª ed. Campinas: Autores Associados, 192p. 2014.

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.

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.

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.

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.; MARSÍGLIA, 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.

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.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20161206_aj23146_municipio_guarapari_historia.pdf acesso em 20 março de 2020.

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.

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.; 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.

MARTINS, Ligia Márcia; DUARTE, N. (Orgs.). **Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 191 p.

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.

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.

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, 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 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.

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.

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.

OLIVEIRA, Betty. **O trabalho educativo – reflexões sobre paradigmas e problemas do pensamento pedagógico brasileiro**. Polêmicas do Nosso Tempo. São Paulo: Autores Associados, 90p. 1996.

PASQUALINI, J.C.; TEIXEIRA, L.A.; AGUDO, M.M. Pedagogia Histórico-Crítica: legado e perspectivas. Uberlândia/MG: Navegando Publicações, 2018, 274p.

PINHEIRO, B. C. S. **Pedagogia histórico-crítica na formação de professores de ciências**. Curitiba: Ed. Appris, 2016.

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-brasil>> 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.

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.

SANTOS, W.L.P.; AULER, D. (Org.). **CTS E Educação científica desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: editora UnB, 2011, 461p.

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. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 11ª ed. Coleção Educação Contemporânea. Autores Associados: São Paulo, 2011.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 43ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2018a.

SAVIANI, D. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. 5ª 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**. 11ª 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**. 5ª ed. Coleção Educação Contemporânea. Campinas: Autores Associados, 2006.

SEVERINO, A.J. **Filosofia da educação**: construindo a cidadania. São Paulo: FTD, 1992.

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 em Didactica de la Ciencias, Girona, 9-12 septiembre de 2013.

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.

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.

