

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS  
GERAIS**

**Programa de Pós-graduação em Física**

**A CIÊNCIA E OS INTERESSES  
IDEOLÓGICOS DO COMPLEXO  
MILITAR INDUSTRIAL:  
uma proposta metodológica humanista para  
o ensino da Física**

**Elismar Cândido da Silva**

**Belo Horizonte**

**2012**

**Elismar Cândido da Silva**

**A CIÊNCIA E OS INTERESSES  
IDEOLÓGICOS DO COMPLEXO  
MILITAR INDUSTRIAL:  
uma proposta metodológica humanista para  
o ensino da Física**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, com ênfase no Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Lídia Maria Luz Paixão  
Ribeiro de Oliveira

Belo Horizonte

2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S586c Silva, Elismar Cândido da  
A ciência e os interesses ideológicos do complexo militar industrial: uma proposta metodológica humanista para o ensino de Física / Elismar Cândido da Silva. Belo Horizonte, 2012.  
177f.: il.

Orientadora: Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de Oliveira  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Física.

1. Ideologia. 2. Positivismo. 3. Forças armadas. 4. Militarismo. 5. Física - Estudo e ensino. 6. Didática. 7. Materialismo histórico. I. Oliveira, Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de . II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Física. III. Título.

**Elismar Cândido da Silva**

**A CIÊNCIA E OS INTERESSES  
IDEOLÓGICOS DO COMPLEXO  
MILITAR INDUSTRIAL:  
uma proposta metodológica humanista para  
o ensino da Física**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, com ênfase no Ensino de Física.

---

Profa. Dra. Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de Oliveira - Orientadora PUC Minas

---

Prof. Dr. Vinícius Moreira de Lima – Professor PUC Minas

---

Profa. Dra. Adriana Gomes Dickman – Professora PUC Minas

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço especialmente à minha Professora e orientadora Lídia, que por meio de suas aulas de História e Filosofia das Ciências, me inspirou a escolher o tema dessa dissertação. Pude comprovar que vale a pena investir em novos conhecimentos, posicionar-me como mais um ser na história da humanidade a opugnar as atitudes belicosas do sistema capitalista opressor. Tenho assim eterna gratidão pela sua dedicação e incentivo à leitura de textos críticos e filosóficos; os quais me tornaram mais criterioso, com sede de trilhar novos caminhos na busca de uma sociedade menos alienada e mais humana.

Aos professores, Adriana, Amauri, Inês, Lev e Yassuko dedico o êxito de minha formação enquanto pesquisador engajado com a melhoria do ensino da Física e com as questões sociais, devido ao excelente trabalho realizado por eles no mestrado.

À minha amiga, Professora, Analista Educacional e Mestre em Educação e Linguagem Ana Lúcia Pena, pela dedicação, comprometimento e companheirismo que tornaram possível a realização desse trabalho.

Aos meus alunos do curso de Engenharia, que subsidiaram a busca e motivação pelo meu aprimoramento profissional.

À minha amiga Marina que subsidiou e elevou a minha autoestima, mostrando-me que a vida vale mais do que a perniciosa repressão social.

Às minhas amigas do mestrado, Betty Carvalho e Maria Neuza, que diretamente promoveram estímulos necessários a um trabalho em equipe que culminaram numa aprendizagem significativa.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta em sua estrutura os pressupostos filosóficos que fizeram da Física objeto de ideologia do sistema capitalista que partindo da alienação da sociedade plasmou-se de forma desumana em conflitos mundiais, com o real objetivo de fortalecer o poderio econômico dos países beligerantes. Objetiva-se com este estudo a análise do caráter mecanicista do Ensino da Física desprovido de uma reflexão filosófico-crítica, e como o sistema capitalista se apropria do conhecimento para atender as necessidades do complexo militar industrial. Antagonicamente, sugere-se que todo o conhecimento acumulado pela sociedade seja para humanizar, e não para a sua destruição. Dessa forma, acredita-se que esse paradoxo só poderá ser minimizado em sistemas sociais, nos quais o ensino seja mais democrático e humano. Para a realização deste trabalho partiu-se dos pressupostos filosóficos de Mézáros (2004, 2008), que se posiciona contra a militarização da Física, e de Zabala (1998), que subsidiou teoricamente a construção da sequência didática. A pesquisa deste trabalho foi aplicada em uma turma da rede de ensino de uma faculdade particular do interior do Estado de Minas Gerais. Duas etapas foram essenciais para a elaboração da sequência didática: a aplicação do pré-teste, no qual se identificou as necessidades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, bem como seus conhecimentos prévios sobre a aplicação da Física: sem conexão com a aplicabilidade no cotidiano, e, ainda, sem uma leitura social desses conhecimentos. Os resultados obtidos apontam uma apropriação de conceitos científicos pelos alunos. E a segunda etapa foi a aplicação do pós-teste que possibilitou a verificação na mudança de conceitos dos alunos, em relação aos dados do pré-teste. A estratégia de se trabalhar uma Física reflexiva, globalizadora e não positivista, por meio da construção de uma sequência didática sobre o uso da energia nuclear e suas aplicações, mostrou que é possível alterar a visão do aluno, modificando a formação e a visão ideológica dele. Portanto, espera-se que os alunos sejam, no futuro, seres humanos preocupados e engajados socialmente na pesquisa crítica, a fim de favorecer novas descobertas em prol de uma Física mais humanística em detrimento de sua aplicação bélica.

**Palavras chave:** Ideologia, Crítica ao Positivismo, Militarização, Ensino de Física, Sequência Didática, Materialismo Histórico.

## ABSTRACT

This dissertation presents in its structure the philosophical thinkings that made the object of Physics ideology of the capitalist system that starting from the alienation from society is shaped in an inhuman manner in conflicts worldwide, with the real aim of strengthening the economic power of the belligerent countries. The objective of this study is the analysis of the mechanistic character of the Physics devoid of a philosophical-critical reflection, and how the capitalist system appropriates the knowledge to answer the needs of the military industrial complex. Antagonistically, it is suggested that all the knowledge accumulated by society is to humanize, not to destruct. Thus, it is believed that this paradox can only be minimized in social systems, in which teaching is more democratic and human. For this work we started with the philosophical assumptions of Mészáros (2004, 2008), which are positioned against the militarization of Physics, and from Zabala (1998), which subsidized the construction of theoretically didactic sequence. The research of this study was applied in a classroom of a private university in the state of Minas Gerais. Two steps were essential to the elaboration of didactic sequence: application of pre-test, which identified the learning needs presented by the students as well as their prior knowledge about the application of physics: no connection to the applicability in daily life, and even without a social reading of this knowledge. The results indicate an appropriation of scientific concepts by the students. The second step was to apply the post-test that allowed the determination in changing students' concepts in relation to data from the pretest. The strategy of working a reflexive Physics, globalizing and non-positivist, through the construction of a teaching sequence on the use of nuclear energy and its applications, showed that it is possible to change the vision of the pupil, by modifying his training and ideological view. Therefore, it is expected that students should be in the future, human beings socially concerned and engaged in critical research in order to encourage new discoveries in towards a more humanistic physics rather than the military application.

Keywords: Ideology, Critique of Positivism, Militarization, Physical Teaching, Didactic Sequence, Historical Materialism.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01: Bomba atômica lançada em Hiroshima/Segunda Guerra Mundial ...</b>	<b>44</b>
<b>Figura 02: Reator atômico de Chernobyl, DIASHOW TSCHERNOBYL/2006 .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 03: Experiência com judeu em tanque congelado/holocausto/ Alemanha .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 04: Soldado provando sua perna ortopédica/vítima de uma bomba que explodiu no início da invasão dos EUA ao Iraque.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 05: Paciente em hospital moderno recebendo cuidados médicos .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 06: Protótipo da Bantam MK II (jeep).....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 07: BMP-3 Canhão russo .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 08: Navio, classe Iwoa serviu a Marinha Americana desde a.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 09: O navio Solstício .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 10: Bombardeiro Boeing B-29 americano .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 11: Interior de um moderno avião para viagens de civis .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 12: Primeiro computador .....</b>	<b>65</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 SUSTENTAÇÃO DA PESQUISA: OS REFERENCIAIS TEÓRICOS</b> .....	<b>21</b>
2.1 A grande ciência.....	21
2.2 A guerra e evolução da ciência .....	35
2.2.1 A Física nuclear.....	41
2.2.2 A medicina.....	47
2.2.3 A automobilística .....	52
2.2.4 Os Navios.....	56
2.2.5. A aviação.....	60
2.2.6 Os Computadores .....	63
2.3 Física: libertação ou alienação científica? .....	66
2.3.1 A Física como objeto de ensino .....	66
2.3.2 A formação do físico.....	72
<b>3 RELATO DE EXPERIÊNCIA</b> .....	<b>82</b>
3.1 Proposta metodológica.....	82
3.2 A aplicação do questionário enquanto pré-teste e pós-teste.....	82
3.3 Caracterização dos sujeitos .....	86
3.4 Criação de uma Sequência Didática .....	88
3.5. Escolha das metodologias e recursos didáticos para a Sequência Didática.....	90
3.5.1 Uso de filmes.....	91
3.5.2 Uso de textos e imagens do mundo científico e jornalístico .....	91
3.5.3 Escolha por atividades que promovam a participação do aluno.....	92
<b>4 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>94</b>
4.1 Etapas da Sequência Didática .....	94
4.2 Dados do pós-teste: análise centrada no referencial teórico.....	96
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>101</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*As tribos primitivas, através dos mitos, explicaram e explicam os fenômenos que cercam a vida e a morte, o lugar dos indivíduos na organização social, seus mecanismos de poder, controle e reprodução. Dentro das dimensões históricas imemoriais até nossos dias, as religiões e filosofias têm sido poderosos instrumentos explicativos dos significados da existência individual e coletiva. A poesia e a arte continuam a desvendar lógicas profundas e insuspeitadas do inconsciente coletivo, da vida cotidiana e do destino humano. A ciência é apenas uma forma de expressão dessa busca, não exclusiva, não conclusiva, não definitiva (MINAYO, 2005, p. 09).*

No período da Segunda Guerra Mundial especificamente, a ciência evoluiu alavancando um grande número de descobertas, as quais foram criadas para abastecer o mercado bélico, fortalecendo ainda mais o sistema capitalista. Nesse período a Física nuclear foi a que mais se destacou. Além da criação da bomba atômica surgiram novas tecnologias com objetivo e aperfeiçoamento destrutivo.

Antagonicamente essa mesma ciência que estava preocupada com a produção de armas de destruição foi aquela que pôde ser aplicada para o uso benéfico (visando à melhoria de qualidade de vida das pessoas), como na medicina, na produção de novos automóveis, aviões, navios e nas novas formas de energia.

Nesse período, físicos da época como Albert Einstein, Norbert Wiener, Oppenheimer e Richard Ennals se sensibilizaram com o mau uso da ciência e da tecnologia que foram usadas para dizimar grande parte da população, tendo como premissa a disputa de poder das classes dominantes.

Por outro lado, fatores internos pautados na forma de “enxergar” a Física incomodavam esses cientistas supracitados. Isso porque, para eles o desenvolvimento e aplicabilidade da Física estão intimamente relacionados a políticas e jogos de poder que recrudescem a pesquisa não relacionada ao caráter humanista, mas sim a um jogo de poder da classe dominante para aumentar o seu poderio econômico. Assim, o que se verifica é que grande parte do desenvolvimento e as descobertas da Física aconteceram considerando as necessidades políticas e individualistas dessa classe com objetivos econômicos próprios e meramente perniciosos.

Uma abordagem sobre o desenvolvimento da Física Nuclear será um ponto de extrema importância nesse trabalho, uma vez que essa modalidade de energia serviu de protótipo e incentivo para outras pesquisas relacionadas à Física em geral. Partindo desse pressuposto, destaca-se aqui, o objetivo maior dessa pesquisa que é oferecer ao professor um material didático capaz de contrarrestar um Ensino de Física acrítico e conseqüentemente uma produção científica e um cidadão alienado.

Questiona-se, então: como as guerras interferem no desenvolvimento da Física? Até que ponto o cientista deve colaborar, mobilizando o seu conhecimento para a criação de novas formas de destruição? E como essas formas de destruição, apesar de terem servido ao objetivo inicial, refletem no avanço tecnológico para o bem da sociedade? A Física, enquanto ciência, é humanística?

Com a finalidade de sustentar teoricamente essas questões, definiu-se como objetivo verificar o avanço da Física frente ao fator social guerra, analisando a relação entre ciência e poder.

Para isso, é preciso: definir Física, verificando conceitos que a tratam como ciência humanística; enumerar exemplos de desenvolvimento da Física voltados às aplicações bélicas; desmistificar a figura do cientista físico apresentando-o como imagem real e engajada politicamente; analisar o trabalho dos físicos, estabelecendo a relação da responsabilidade dos avanços tecnológicos entre ciência e poder e, por fim, estabelecer a existência intrínseca da relação entre ciência e poderio econômico.

A pesquisa evidencia e revela os pressupostos que direta ou indiretamente mostram a forma persuasiva de como o complexo militar industrial apropriou-se da ciência, do trabalho dos cientistas e da ingenuidade crítico/científica da sociedade civil, sem levar em conta as conseqüências desastrosas que essa apropriação do poder trouxe para a humanidade. Assim, os capítulos dessa dissertação foram ordenados dando ênfase ao processo ideológico/transformador da Física enquanto objeto de estudo baseado em interesses militares.

Assim sendo, a ideia de se iniciar o Capítulo 2 com o tema A grande ciência<sup>1</sup> respalda-se no fato de que é necessário destacar como ensinar a Física para que a ciência não tome rumos indesejáveis. Isso porque se assim o for (uma ciência acrítica ou com fundamentos filosóficos reduzidos a uma razão manipuladora), poderá tornar-se objeto de apropriação e de uso do poderoso complexo militar industrial. A ideia principal que se aponta aqui se fundamenta nas ideias de Mészáros (2004), que escreveu o livro *O poder da ideologia*, no qual esse autor critica a militarização da ciência e o rumo que essa ciência toma quando desprovida de um caráter filosófico/reflexivo/humanista.

Dessa forma, o termo *grande ciência* sugere que as pesquisas científicas deixem assim de ser militarizadas, tendendo a sua aplicação para o ser humano. Esse termo traz também a proposta de combater através de um ensino crítico/transformador a desfaçatez de uma elite que usa a tecnologia como objeto de uso próprio, restrito a ela, para aumento de seu poderio econômico, não importando assim com o ônus que essa atitude desumana subjuga e aliena outras nações menos desenvolvidas. Essa disparidade de apropriação da ciência pelas nações mais desenvolvidas tem causado, nos períodos de guerras, o genocídio de vários civis, tendo como exemplo a construção das bombas nucleares que foram lançadas no Japão no período do Segundo Conflito Mundial.

A seguir, na seção 2.2, discorre-se sobre a guerra e a evolução da ciência, visando esclarecer a forma como a guerra favoreceu (embora de forma não humanista) o papel de alavancar o desenvolvimento e a evolução da ciência. O título A Guerra e a Evolução da Ciência se instauram com o objetivo de destacar a partir do estudo da Energia Nuclear o interesse maior que os países beligerantes tiveram nesse ramo da Física. Nessa perspectiva de se aumentar o lucro e poderio

---

<sup>1</sup> Mészáros (2004) em seu livro *O poder da ideologia* usa o termo Grande Ciência (com letra maiúscula), designando o aspecto socialmente vazio de uma ciência subordinada aos interesses do complexo militar industrial. Para ele, o problema não é o fato de a ciência ser “Grande” e sim a sua aplicação perniciosa (para fins militares) vinculada à comunidade dos negócios que no sistema capitalista é grande demais e que se amplia indefinidamente. No mesmo livro Mészáros usa o termo grande ciência (com letra minúscula) com sentido antagônico ao termo Grande Ciência, ou seja, uma ciência crítica/humanista, não subordinada aos interesses ideológicos do complexo militar industrial. Neste trabalho optamos por usar o termo grande ciência (com letra minúscula) a fim de contrarrestar o desenvolvimento e a condição de ciência aplicada calcada no positivismo.

econômico desses países é que foram implantados nas indústrias novos modelos de produção e organização do trabalho representado pelo fordismo/toyotismo, modelo estes implantados inicialmente nos EUA e que de forma persuasiva aumentou a alienação do proletariado. Ainda nesse raciocínio evidencia-se também a crítica à ciência aplicada controlada pelo Estado, aliada ao desenvolvimento e investimentos que favoreceram a produção bélica.

O fato relevante que não se pode deixar de apontar aqui é o uso dessa mesma ciência que mais tarde se plasmou em produtos que usamos no cotidiano, como carros, aviões, navios, computadores, aparelhos para curar doenças no campo da medicina etc. Sendo assim, grande parte da tecnologia que usamos hoje para fins humanísticos tem sua raiz em descobertas e investimentos que favoreceram inicialmente a ideologia do capital. E dessa forma, inconformado Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2008, p. 281) aparece como protagonista, opondo-se a essa ideologia capitalista “quando criticou a ‘ciência aplicada’ pela maneira como ela realmente contribui para a miséria humana”.

Dando continuidade, um estudo mais detalhado sobre A Energia Nuclear tem a sua importância fundamental nesse trabalho, devido ao interesse de as nações capitalistas avançadas terem como tarefa precípua investimentos tecnológicos que culminaram na construção da bomba atômica. E partindo dessa premissa, tem-se a prova de que as atitudes belicosas dos países mais poderosos adaptaram as descobertas científicas devido às necessidades políticas e interesses econômicos do seu complexo militar industrial.

Nessa perspectiva, entra em pauta aqui também a discussão sobre a aplicação da energia nuclear para fins pacíficos como, por exemplo, o seu uso em reatores nucleares no lugar de sua aplicação perniciosa que culminou com a construção da bomba atômica, que levou o ser humano a explicitar e disseminar o medo de que essa tecnologia possa dizimar de forma catastrófica gerações futuras.

Além da Energia Nuclear, outros ramos da ciência se desenvolveram tendo a guerra como protagonista científica, enquanto controladora dos investimentos de novos produtos criados pela Física. Assim, descobertas ocorreram dentro dos campos da medicina, da automobilística e outros, evidenciando a aplicação para fins militares e, mais tarde, atendendo à melhoria da qualidade de vida dos seres humanos.

Por causa dessa contraditória aplicabilidade, discute-se ainda nesse capítulo, a formação do físico. Analisa-se o ensino da Física que se atém somente a um ensino baseado numa Física meramente tecnicista, enaltecido pela aceitação acrítica, que alimenta de forma fugaz a alienação científica e favorece egregiamente a ideologia do capital. A partir disso, depreende-se que a formação do físico deve ser multifacetada, contextualizada através de fundamentos críticos/filosóficos, fazendo com que o cientista físico possa assim ser capaz de se opugnar contra o rumo da ciência aplicada, adaptada e modelada de acordo com os interesses do complexo militar em detrimento de sua aplicação humanística.

A proposta que se apresenta aqui para impedir o fim da ciência, enquanto mediação para o desenvolvimento social, é a reformulação dos currículos nas universidades, apontando assim para a formação do físico crítico e consciente do seu trabalho, capaz de reivindicar e lutar por pesquisas e por uma ciência voltada pela melhoria de qualidade de vida dos seres humanos.

O capítulo 3 apresenta em sua estrutura os procedimentos metodológicos do relato de experiência realizado com os alunos do curso de Engenharia Civil de uma faculdade particular do interior de Minas Gerais. Foi a partir do questionário aplicado aos alunos que se deu início a um trabalho de construção do conhecimento físico, inserindo neles a capacidade crítica/dialética. E dessa forma pôde-se enxergar que a Física é uma ciência humana, em que as descobertas científicas dependem de relações de poder entre os países beligerantes.

Através do questionário aplicado aos alunos, pôde-se traçar com mais nitidez o perfil da turma e assim sendo deu-se início à construção de uma sequência didática para subsidiar a atividade laboral de professores de Física.

Como o programa de ensino da turma tinha como foco o estudo da Energia, resolveu-se nesse ínterim trabalhar o tema Energia Nuclear, por se tratar de um tema atual e ligado intimamente ao programa de ensino da Instituição de Ensino, de modo a não prejudicar os conteúdos estudados pela turma no decorrer do trabalho realizado.

Assim, optamos por filmes, textos científicos e jornalísticos e imagens como subsídios para uma fundamentação teórica que apresente o caráter humanístico da Física. Com o objetivo de oportunizar a participação do aluno no processo da construção de um novo conceito da Física, privilegiaram-se as atividades de

debates, resenhas e outras numa dinâmica de trabalho em equipe. E para a aula expositiva buscou-se uma exposição dialogada.

No último capítulo, apresenta-se a sequência didática, com o tema A Energia Nuclear e suas Aplicações – Uma Proposta Metodológica para um Ensino Crítico/Humanista, trazendo assim a proposta de um ensino da Física transdisciplinar em seus passos de elaboração.

A escolha das unidades dessa sequência didática obedeceu à ordem cronológica dos conteúdos que fazem parte do planejamento de ensino da Faculdade onde todo esse trabalho fora realizado, especificamente da turma (objeto de estudo desse trabalho). Assim os textos trabalhados com os alunos tiveram real importância de modificar a forma positivista<sup>2</sup> com a qual os alunos enxergavam a Física e dessa forma, criticamente, fornecer ao educando a capacidade de modificar a realidade de forma humana e democrática.

Espera-se que a sequência didática (localizada no apêndice dessa dissertação) possa auxiliar os professores de Física, resgatando neles a reflexão crítico/filosófica de seu próprio labor. E que a partir dessa reflexão possa colocar em prática um novo modo de se ensinar a Física, calcada numa visão acrítico-humanista. Dessa forma, espera-se também que no futuro bem próximo, o conhecimento científico seja democratizado, pautado na ética humanista e que os futuros alunos-cientistas possam ter forças para lutar contra o conhecimento físico tecnológico que serve apenas como objeto de uso exclusivo do complexo militar industrial.

---

<sup>2</sup> Auguste Comte (1798-1857) é geralmente reconhecido como o fundador do positivismo ou “filosofia positiva”. (...) Comte estava comprometido com um modelo de explicação baseado numa “lei geral”, segundo o qual a explicação é simétrica com a previsão. A previsibilidade dos fenômenos é, por sua vez, uma condição para estabelecer o controle sobre eles, e é isso que torna possível o emprego da ciência na tecnologia e na engenharia (BOTTOMORE, 2001, p. 290).

## 2 SUSTENTAÇÃO DA PESQUISA: OS REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este capítulo traz à tona um estudo teórico da relação entre desenvolvimento da ciência, aplicações bélicas e desenvolvimento econômico, especificamente, no período da Segunda Guerra Mundial e no Pós-guerra. Buscou-se destacar aqui como a Física se desenvolveu de forma exorbitante nos períodos das guerras, fortalecendo assim o capital e o conseqüente aumento de poder dos países beligerantes. Esse fato, que tem como cerne a alienação científica, serviu de base para criar, por meio da Física, diversos produtos para o complexo militar industrial. Sendo assim, essas ideologias e atitudes belicosas, foram traduzidas em catástrofes desumanas, devido à fragmentação da ciência de seu caráter crítico-filosófico.

### 2.1 A grande ciência

*A relação entre ciência e armamentismo está inserida em um contexto que empurra, através dos valores do patriotismo (ou de ideologias), os cientistas a colaborarem para a tecnologia da guerra. O problema o qual aqui se coloca é o da situação limite no caso específico em que uma sociedade se une e organiza para defender-se contra o ataque de um inimigo invasor e brutal, como ocorreu na Segunda Guerra Mundial. Isso levou importantes cientistas a colaborarem no esforço de guerra dos aliados (ROSA, 2005, s. p.).*

Neste trabalho, além do caráter teórico e matemático, a Física adquire um aspecto emancipador, ou seja, busca-se uma definição e uma aplicação da Física não só por aquilo que ela é como ciência, mas também a sua especificidade como ciência relacionada com a sociedade. Assim, a Física não tem uma única explicação, nem se faz sob um único viés teórico e ideológico. Ela abarca muitas disciplinas, engloba várias linhas de pesquisa e de trabalho. Não explicita ou atende enquanto objeto de estudo apenas ao desenvolvimento bélico, mas assume uma posição de encruzilhada, nas quais muitas são as estradas a percorrer.

Iniciando esse caminho escolhido para estudo da Física, Ximenes (2001, p. 409) a define como “uma ciência que estuda as propriedades e a estrutura dos corpos e dos sistemas materiais, e as leis que explicam as modificações que ocorrem em seus estados e movimentos, sem que haja alteração de sua natureza”.

A Física, quando estudada meramente através de um caráter pragmático, adquire um aspecto mecanicista, em que respostas prontas e acabadas por parte dos alunos vêm à tona, sem a crítica dos princípios delegados à sociedade pela ideologia vigente. Para isto Zabala (1998, p. 16) defende a ideia de que “necessitamos de meios teóricos que contribuam para que a análise da prática seja verdadeiramente reflexiva”. E assim como já aconteceu na história da humanidade pode-se no futuro evitar que o sistema capitalista se aproprie do conhecimento para a produção bélica, no lugar de suas aplicações para fins humanísticos. Para tanto, os aspectos históricos da evolução da ciência e do sistema reprodutivo capitalista farão parte do trabalho para que se possa compreender melhor essa Física humanística e com fundamentos filosóficos, críticos e libertadores.

Nesse viés, o GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) é apontado como uma iniciativa interessante de ensino/aprendizagem da Física, que parte de elementos vivenciais e mesmo cotidianos para formulação dos princípios gerais da Física com a consistência garantida pela percepção de sua utilidade e de sua universalidade. Porém estes parâmetros não são suficientes, pois carecem de uma crítica de fundamentos filosóficos sobre o que se tem de descobertas científicas, para quê e por que se descobriu algo que é usado em tecnologia no dia a dia da sociedade.

Sendo assim, a Física enquanto ciência que parte de princípios meramente práticos integra-se ao sistema reprodutivo capitalista delegando os princípios da ideologia da classe dominante. E não seria exatamente a partir desta premissa que o complexo militar industrial apropriou-se do saber para a produção de armamentos bélicos? Segundo Rosa (2005, s. p.) “desde Galileu fica claro que há uma relação entre ciência e poder”. Para isto foi necessário persuadir, convencer e até mesmo levar à fogueira pessoas que lutaram pela existência de uma ciência humanística e libertadora, não sendo levadas em conta as terríveis e desastrosas consequências. Tais decisões não consideraram que poderiam trazer prejuízos à humanidade, como por exemplo, as explosões em Hiroshima e Nagasaki. Por isso,

Estavam acesos os estopins da inversão da discussão do lado apenas positivo e idealizado para a questão realista da tecnologia. Um clima de crise e dúvida em relação a ela veio à tona. Os grupos periféricos ganharam espaço pregando que, junto com as benesses da tecnologia, vinham o napalm, os desfolhantes, a radioatividade, a bomba atômica. A tecnologia passou a ser encarada também como antivida, em determinadas situações, como fora de controle. Nascia então a necessidade do surgimento de uma nova área no campo de conhecimento que pudesse interpretar e conhecer estas relações que começavam a definir novos rumos para a civilização. (BAZZO, 1998, s. p.).

Considerando a Física uma ciência crítica, as descobertas e inovações deveriam ser apenas de uso democrático para a sociedade, buscando a libertação econômica das classes menos favorecidas. Concebe-se a ideia de que a Física deve interligar-se à Filosofia para se construir dentro dessa ciência uma linha de trabalho humanístico e transformador. Segundo Mészáros, (2008) educar é construir, libertar o ser humano das cadeias do determinismo neoliberal, reconhecendo que a história é um campo aberto de possibilidades e este é o sentido de se falar em uma educação para além do capital, que implica pensar uma sociedade construída em fundamentos humanísticos.

A esperança de se obter melhor qualidade de vida com o desenvolvimento da ciência aplicada com fins proeminentemente humanísticos se contrapõe ao medo e temor de que esta mesma tecnologia seja financiada e arquitetada na construção de armas de destruição em massa. Por isso, existe a necessidade de se plasmar o debate crítico sobre a tecnociência evitando assim a guerra científica.

Os homens vivem com o temor de serem destruídos por uma bomba atômica ou por armas biológicas, mas também com a esperança de obter uma vida melhor mediante a aplicação da ciência na agricultura e na medicina. Os campos em que atualmente se divide o mundo exemplificam objetivos diferentes no curso da ciência; a urgente necessidade de sua reconciliação se deve em parte à natureza catastrófica e suicida da guerra científica. (BERNAL, 1979, p. 23, tradução nossa<sup>3</sup>).

---

<sup>3</sup>Los hombres viven con el temor de ser destruídos por la bomba atômica o las armas biológicas, pero también con esperanza de obtener una vida mejor mediante la aplicación de la ciencia a la agricultura y a la medicina. Los dos campos en que actualmente se divide el mundo ejemplifican objetivos diferentes en el uso de la ciencia; la urgente necesidad de su reconciliación se debe en parte a la naturaleza catastrófica y suicida de la guerra científica.

Com o advento de novas máquinas de produção esperava-se que o ser humano pudesse trabalhar menos e ter mais tempo disponível para atividades de lazer, mais saúde, moradia e educação de qualidade. Porém, ao contrário do que se imaginava, após a revolução industrial no século XVIII, o mundo tornou-se mais dividido em relação ao poder e nível econômico das classes sociais. Esse fato alavancou ainda mais as energias do sistema capitalista dos países dominantes que por meio da bancarrota dos países vulneráveis aumentaram as suas riquezas antes, durante e depois da guerra, por meio da venda de armamentos bélicos, de produtos para reconstrução de cidades e de itens de uso pessoal.

Trotsky (2008, p. 21) elucida o fato de que “todas as energias do capitalismo foram dirigidas – por causa da guerra frenética e dos lucros do pós-guerra – para a produção de uso pessoal ou militar”. Em contrapartida, a inópia realidade de países periféricos e até mesmo alguns de primeiro mundo tiveram resultados desastrosos ao tentar restaurar as perdas econômicas do pós-guerra. O exemplo mais triunfante é a questão da habitação, negligenciada e colocada em segundo plano na reconstrução das metrópoles arruinadas pela guerra.

Mas a restauração do aparato produtivo básico foi negligenciada cada vez mais. Isso se aplica totalmente à habitação urbana. Casas antigas foram mal reparadas enquanto novas foram reconstruídas em números insignificantes. Por isso a terrível escassez de habitação por todo o mundo capitalista. Devido à atual crise, a destruição do aparato produtivo pode não ser tão perceptível hoje porque os principais países capitalistas estão utilizando não mais da metade ou de um terço de suas capacidades produtivas. Mas na esfera da habitação, por causa do constante aumento da população, a desorganização do aparato econômico manifesta-se com força total. (TROTSKY, 2008, p. 21).

Assim, a história das guerras nos países beligerantes mostra que investimentos voltados pelo e para o ser humano foram negligenciados, durante a guerra e no pós-guerra e a ciência evoluiu de forma sistemática para atender aos interesses daqueles que detêm os meios de produção, persuadindo ainda mais a esmagadora massa que mais precisa dela. Para restaurar a economia dos países em guerra e aumentar os lucros, novas formas de trabalho foram implantadas e

reformuladas nas indústrias, tendo como exemplo cognoscível o aumento da jornada de trabalho e redução de salários. Essas mudanças na atividade laboral tiveram como objetivo a derrocada operária, tornando-os seres alienados ao sistema vigente, conseqüentemente mais dependente e sem tempo para buscar o conhecimento crítico e transformador. Esse contexto aumenta o domínio do patrão sobre o trabalhador.

O patrão compra a força de trabalho por um preço que permita a sobrevivência do operário e da família, pois os filhos dos operários e operárias de hoje serão o operariado de amanhã. Ou seja, o salário apenas garante a reprodução da força de trabalho necessária ao capitalista. (CEFURIA, 2004, p.17).

Um funcionário, com um regime de trabalho dotado de carga horária excessiva, terá maior dificuldade de buscar informações e novos conhecimentos e, portanto, será mais facilmente manipulado pelo sistema vigente que transforma esse mero trabalhador num assalariado submisso e exausto. Marx (2004, p. 53) diz que

A nascente burguesia nada poderia sem intervenção constante do Estado, do qual se serve para “regular” o salário, isto é, para rebaixá-lo a um nível conveniente, para prolongar a jornada de trabalho e manter o trabalhador no grau desejado de dependência.

Esse contexto de condição trabalhista, enfrentado pela esmagadora massa de trabalhadores das empresas, dificulta a aprendizagem significativa. Assim, torna-se lucrativo para o sistema capitalista uma educação unilateral, não humanística e mecanizada, cujo objetivo é formar “cidadãos” alienados ao sistema vigente e que alavanca a mais valia nas empresas.

Os lucros enormes realizados pelos fabricantes não fizeram senão aguçar-lhes ainda mais os dentes. Imaginaram a prática do trabalho noturno, quer dizer, que depois de ter esgotado um grupo de trabalhadores pela tarefa do dia, tinham outro grupo pronto para o trabalho da noite. Os primeiros atiravam-se nas camas que os segundos acabavam de deixar e vice-versa. É uma tradição popular: no Lancashire os leitos não se esfriam nunca! (MARX, 2004, p. 91).

E mesmo não bastando os lucros exorbitantes da Revolução Industrial que eclodiu na Inglaterra, por meio do trabalho noturno, essa proposta de serviço alienador se espalha pelo mundo do capital e “muito capital que aparece hoje nos

Estados Unidos sem certidão de batismo não é mais que o sangue das crianças das fábricas, capitalizado ontem na Inglaterra.” (MARX, 2004, p.87). E todos esses recursos financeiros acumulados nos países de primeiro mundo foram usados para aumentar suas riquezas nacionais tendo a guerra como cerne da acumulação do capital. O ponto negativo que se verifica aqui são os atos gananciosos e desumanos que culminaram na morte de milhares de pessoas nos países subalternos. Esses atos ainda são verificáveis na atualidade, através de mortes de civis inocentes, podendo citar também a inanição e a sede.

Ao se refletir sobre panorama histórico atual, quando se vê que a maior parte dos recursos da humanidade é disposta e monopolizada para a guerra, que a ganância não se importa com milhões de seres humanos que morrem de fome e de sede, que o poder é gerido como autovalia e auto expansão. (PIVATTO, 2006, p. 107).

Contrapondo a desfaçatez dos países que utilizam a tecnociência para o aumento do poderio bélico dos países mais desenvolvidos, foi criado no ano de 1968 o TNP - Tratado de não Proliferação de Armas Nucleares (Souza, 2006, p.132). O objetivo deste projeto é o de mitigar e até mesmo impedir que novos desastres como o lançamento de bombas nucleares nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki venham acontecer no futuro, causando prejuízos para toda a humanidade. Tal proposta permite apenas as pesquisas relacionadas à produção de energia nuclear para fins pacíficos, como por exemplo, a produção de energia elétrica, que converge para o bem comum da sociedade, melhorando assim a qualidade de vida.

Entretanto, mesmo sendo essa proposta indubitavelmente humanista, carece de um acordo democrático em relação a outros países, porque esse acordo foi outorgado pelos países que já possuíam avanços referentes à tecnologia de armamentos nucleares. Assim, prioridades se sucederam corroborando para a supremacia dos países detentores da tecnologia da bomba atômica.

Essas nações “privilegiadas” podem manter seu armamento nuclear, no entanto, é extremamente proibido o fornecimento tanto de bombas quanto de tecnologia de fabricação para outros países. Outra exigência estabelecida pelo TNP é que o arsenal nuclear deve ser reduzido, porém isso nunca foi posto em prática por nenhum dos detentores de bombas atômicas. (FRANCISCO, 2011, s. p.).

Concordando com as ideias expostas acima, Colombo; Bazzo (2011, s. p.) reafirmam que

[...] o foco do problema não está na inexorabilidade do progresso tecnológico, mas sim na orientação e determinação de prioridades que os governos dos mais diferentes países do mundo têm formulado para a tecnologia. Esta não pode ser direcionada para servir de base para promoção dos interesses de poucos. A sua ênfase deve convergir para a promoção humana, expressa em termos da qualidade de vida.

Abordar a Física como a grande Ciência significa dar a ela um respaldo socialista e libertador que transforme o homem em um agente político que pensa e age para transformar o mundo em um lugar mais fácil e soberano de se viver, é desacorrentar os mais frágeis humanos da cultura neoliberal.

Por intermédio da educação socialista, a força produtiva dos indivíduos se estende e acentua, simultaneamente ampliando e tornando mais emancipadora a força reprodutiva geral de sua sociedade como um todo. Esse é o único significado historicamente sustentável de ampliação da riqueza social, em contraste com o culto fetichista da expansão do capital fundamentalmente destrutiva em nosso mundo finito, que é inseparável do desperdício fatal do sistema do capital. (MÉSZÁROS, 2008, p. 103).

Com esta visão dialética é que muitos dos cientistas, mesmo sob pressão do governo, opuseram-se a trabalhar para o grande escalão militar que tem a guerra como prioridade. Exemplificando esse fato, Bohr, que inicialmente estava trabalhando no projeto da construção da bomba atômica norte americana, por questões éticas, resolveu se opor ao investimento cognoscível da tecnologia da guerra liderada pelos Estados Unidos. Sendo assim, Bohr sofreu acareação e ameaças, que estão enumeradas abaixo:

Churchill tentou convencer Roosevelt a prendê-lo. O memorando resultante da reunião dos dois, em Hyde Park, em setembro de 1944, estabelecia que: "A atividade do professor Bohr será submetida a um inquérito e medidas serão tomadas para assegurar que ele não seja responsável por fugas de informações, em particular para os russos". Segundo Goldschmidt, Churchill chegou a referir-se a um "crime passível de pena de morte". (grifos do autor; ROSA, 2005, s. p.).

Ainda de acordo com Mészáros (2004, p. 276), além de Einstein, Norbert Wiener, por exemplo, condenou o massacre de Nagasaki e recusou-se a trabalhar em um projeto de desenvolvimento de computadores pela marinha norte-americana. *A priori*, a supremacia do poder governamental, norte-americano e de outros países ricos, é elucidada com eloquência, baseada em regras e discursos alienadores de se fazer armas nucleares a favor da guerra para garantir o chamado direito do Estado de usá-las para prevenção e proteção. Mesmo que essas ideias estejam legitimadas em premissas de combate a países que jamais tiveram armas nucleares, conforme se apresenta a seguir.

Questiona-se então o real motivo da guerra liderada pelos Estados Unidos e Reino Unido contra o Iraque. As verdadeiras razões da ação militar não são conhecidas, pois armas de destruição em massa jamais foram encontradas no Iraque. Em entrevista, Wolfowitz, vice-secretário da Defesa dos EUA, deu declarações a esse respeito: "por razões que estão muito ligadas à burocracia do governo dos EUA, estabelecemos como ponto principal algo com que todos poderiam concordar: armas de destruição em massa" (FOLHA DE S. PAULO, 2003, s. p.). Isso estabelece, sem dúvida, as intenções ideológicas escondidas por trás dos motivos expostos. O fato de o Iraque ser rico em petróleo foi a principal razão para a ação militar (FOLHA DE S. PAULO, 2003).

A escassez das reservas de petróleo da principal economia do mundo - os Estados Unidos - é um extraordinário sintoma de uma crise que é, ao mesmo tempo, econômica e política. A incapacidade de atender à demanda futura, detectada em fins da década de 1990 e início da década atual, levou à invasão do Iraque em 2003 com o objetivo explícito de controlar as reservas do país, um dos mais ricos em petróleo no mundo. (PIMENTA, 2008, s. p.).

E o que pode ser observado nesse processo é que o controle, a imposição, a dominação sobrepõem ao humano, ao social, ressaltando a sustentação do poder econômico.

Se o imperialismo norte-americano não teve capacidade de controlar de forma direta um único país - apesar de ter sido necessário fazê-lo, para conseguir dominar sua produção de petróleo, o que se pode

esperar da tentativa de impor essa dominação a muitos outros, cada um com suas próprias contradições? (PIMENTA, 2008, s. p.).

Por isso, a luta de Einstein para elucidar a Física para a grande Ciência, ou seja, resistir às razões militares e a dinâmica do poder para fazer da Física uma ciência humanitária. Analisa-se que ele critica a ciência que tem como prioridade a preocupação de compelir os seres humanos a um genocídio secular a favor da militarização da ciência que procura persuadir, alienar e destruir a esmagadora massa. Por isso, “[...] a dominação, a opressão, a barbárie humanas permanecem no planeta e agravam-se” (MORIN, 2005, p. 114).

Em prol de uma Física que se intitulasse como a grande Ciência em sua palestra aos estudantes do instituto de Tecnologia da Califórnia, realizada em 16 de fevereiro de 1931, Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 281) observou:

A preocupação com o próprio homem deve sempre constituir o principal objetivo de todo esforço tecnológico, preocupação com os grandes e não resolvidos problemas de como organizar o trabalho humano e a distribuição dos bens de consumo de maneira a assegurar que os resultados do nosso pensamento científico possam ser uma bênção para a humanidade, e não uma maldição. Jamais se esqueçam disso quando estiverem refletindo sobre seus diagramas e equações.

Baseado nessa preocupação com o próprio homem e no direito que se pressupõe humanamente ao fato de as gerações futuras receberem das gerações que a precedem um ambiente favorável à sobrevivência digna no planeta é que a ética científica cumpre egregiamente o seu papel social. Essa defesa do ser humano baseia-se em resoluções e declarações internacionais, mitigando a ação irracional enfatizada em muitas pesquisas científicas no que tange ao uso de armas fatídicas.

Cabe frisar que a preocupação com as gerações futuras não é um tema novo na ordem internacional onde inúmeras convenções, resoluções e declarações fazem referência a esta categoria<sup>4</sup>. Todavia destacado fruto desta preocupação que merece referência é a

---

<sup>4</sup> Além do documento da UNESCO (1994), outros também tratam do tema gerações futuras, tal como Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Humano ou a Declaração de Estocolmo (ONU, 1972) “os recursos naturais da Terra, incluindo o ar, a terra, a flora e a fauna e, em especial, amostras representativas dos ecossistemas naturais, devem ser salvaguardados no interesse das gerações presentes e futuras, mediante uma adequada planificação e/ou ordenação segundo convenha”.

*Declaração universal dos direitos humanos das gerações futuras* (UNESCO, 1994) (SOUZA, 2006, p. 134).

Assim a responsabilidade ética e científica atua no sentido de preservar e proteger a humanidade dos perigos que as pesquisas atingem visando à análise acrítica para que a agressão ao ecossistema, oriundo das disputas econômicas entre os governos, não prejudique a sobrevivência digna das gerações futuras. O precípua dessa análise se refere ao fato de que mesmo contra a vontade própria, a sociedade não se encontra imune em relação aos efeitos, e consequências do avanço da ciência. A exemplo disso, podemos citar as pesquisas realizadas no campo da energia nuclear que por sua vez gera antagonismos éticos sobre a legitimação do seu uso e eficácia. E é justamente entre estes antagonismos do uso para fins pacíficos ou benéficos que torna esta questão complexa, pois para alguns existem vantagens relevantes e para outros não.

O que significa “bom” ou “mau” é uma questão a ser definida e, por isso, muitas vezes, discutível e complicada. A realidade complexa do mundo da ciência e da técnica é ambígua, pois, via de regra, combina determinadas vantagens com determinadas desvantagens. Isso dificulta um juízo unívoco, uma vez que diferentes visões se distanciam entre si. (ZILLES, 2006, p. 159).

A escolha do uso favorável ou não da energia nuclear trata-se de uma questão não somente ética, mas também política, pois diversos setores governamentais e donos das maiores riquezas do mundo poderão, no futuro, em épocas de crises, fazer uso deste tipo de tecnologia para o aumento da sua supremacia ideológica e política, levando à derrocada das classes menos favorecidas. Isto preocupa os críticos da tecnociência aplicada, que contrapõe aqueles que são a favor do uso e ampliação da energia nuclear como fonte alternativa de energia. “Por isso, os críticos da energia nuclear preferem fontes renováveis como a luz solar, os ventos e a biomassa”. (ZILLES, 2006, p. 160).

Os conflitos entre os prós e os contra do uso da energia nuclear acentuam-se ainda mais relativo ao medo que a sociedade enfrenta de, no futuro, essa tecnologia ser usada irracionalmente em períodos de guerra e que venha a se sobrepor de forma inescrupulosa e sem fronteiras. Assim as condições de contorno apontam

dialeticamente para o estudo e eficácia de outras fontes de energia menos ameaçadoras.

[...] bastaria considerar alguns aspectos éticos significativos no campo da energia nuclear. Os que são favoráveis ao seu uso para fins pacíficos acentuam que os geradores dessa energia não liberam dióxido de carbono para poluir o meio ambiente. Além disso, as reservas minerais, como o petróleo e o carvão, se esgotarão. Os que criticam o uso da energia nuclear para fins pacíficos apontam para a ameaça de um possível acidente nos reatores e dos detritos desse tipo de lixo atômico. [...] Acentuam, ainda, os críticos, que os Estados inescrupulosos, que dominam tal tecnologia, em tempos de crise poderão usá-la para fins militares com conseqüências imprevisíveis para a própria humanidade. (ZILLES, 2006, p. 160).

Os desapontamentos de Einstein ao aderir a luta por uma ciência humanística o fez rejeitar (a 5 de janeiro de 1951) o convite do editor *Bulletin Of the Atomic Scientists* a escrever um artigo que apresentasse “uma visão da perspectiva pacifista”. Além disso, Einstein (*apud* Mészáros, 2004, p. 280) respondeu “que um apelo à razão seria totalmente inútil na atual atmosfera poluída”. Conforme nota de rodapé de Mészáros (2004, p. 280), Einstein, ao expressar sua solidariedade à pacifista militante Rosika Schwimmer, escreveu:

A paz mundial, tão urgentemente necessária jamais será alcançada a menos que os melhores cérebros se oponham ativamente aos órgãos de autoridade e às forças reais que estão por trás da autoridade. O sucesso só virá quando um número suficiente de pessoas influentes tiver a coragem moral de adotar uma atitude desse tipo.

Mesmo com os apelos de Einstein, segundo Mészáros (2004, p. 281) incontáveis membros da comunidade científica se acomodaram e faziam concessões à militarização da ciência, provando que a grande maioria dos cientistas não estavam plenamente conscientes de suas responsabilidades e nem tão pouco preocupados com a ameaça letal.

Para Einstein, a ciência estagnar-se-á se for realizada para servir a objetivos pragmáticos. Diante do insucesso de sua constante luta contra as ideologias dominantes o nobre cientista ficou acuado e revoltado com os objetivos práticos destrutivos para os quais a ciência era usada para fomentar e alimentar o complexo militar industrial.

É necessário dizer que o conhecimento exigido para a fabricação de uma vasta gama de produtos, mesmo que remotamente relacionados com os lucrativos negócios dos equipamentos militares, é necessariamente dirigido para estes fins. (MÉSZÁROS, 2004, p. 287).

Todo esse conhecimento deveria ser de forma plausível usado para o bem comum da sociedade como na fabricação de novos equipamentos para a medicina, cura de doenças, moradia, proteção e para a melhoria da qualidade de vida das pessoas através do desenvolvimento da consciência socialista, que torna a força intelectual pacificadora para a sociedade como um todo. Mas, contraditoriamente, a força do capital fez com que as pessoas perdessem a identidade de seres humanos, tornando-se mercadorias descartáveis para o alto escalão militar.

A mercadoria é misteriosa simplesmente por encobrir as características sociais do próprio trabalho dos homens, apresentando-os como características materiais e propriedades sociais inerentes aos produtos do trabalho; por ocultar, portanto, a relação social entre os trabalhos individuais dos produtores e o trabalho total, ao refleti-la como relação social existente, à margem deles, entre os produtos do seu próprio trabalho. (MARX, 1994, p. 81).

Durante o período de guerras, os investimentos na fabricação de novas armas e a sua mera aplicação genocida contra populações menos favorecidas alimentam o capitalismo da maneira mais grotesca que se possa imaginar, patrocinado por empresas comerciais dominantes.

Assim surge a pergunta: A ciência e a tecnologia humanizam? É possível todo este conhecimento usado para fins bélicos, ser amplamente difundido e legalizado ao uso para fins meramente pacíficos? As respostas a estas perguntas podem ser legitimadas através de uma luta de classes alimentada pela educação crítica e consciente. Mézáros elucida este fato (2008, p. 79) ao proferir que “o papel da educação não poderia ser maior na tarefa de assegurar uma transformação socialista plenamente sustentável”.

Os apelos de Einstein na luta pela grande ciência não foram intrinsecamente fracassados, pois muitos cientistas foram influenciados de forma positiva com os pensamentos de Einstein. Richard Ennals é um exemplo, que se recusou a participar do poderoso Programa Alvey, que tinha como objetivo fomentar, ampliar a pesquisa

e a competitividade na área de tecnologia da informação na Inglaterra, tendo como base individualista das grandes empresas do Reino Unido a exploração comercial. (ROTHWELL, 1989, p. 101; AVELLAR, 2005, p. 23).

Richard Ennals além de se contrapor à participação do programa Alvey, explicitava em seu livro “Star Wars: A Question of Initiative”, os objetivos reais conflitantes do poderoso complexo militar industrial com a sua real face. Ele apresentava em seu livro o quadro do governo britânico vendendo-se descaradamente à máquina militar norte americana. Porém, recolheram-no alguns dias antes de ser publicado. (MÉSZÁROS, 2004).

Conhecedor do progresso da ciência destinada para fins destrutivos Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 282), um mês antes de sua morte, escreveu uma carta ao velho amigo Max Von Laue, com os seguintes dizeres:

Minha ação quanto à bomba atômica e Roosevelt consistiu meramente ao fato de que, em razão do risco de Hitler ser o primeiro a possuir a bomba, assinei uma carta ao presidente que foi redigida por Szilárd. Se eu soubesse que aquele medo era injustificado, eu, assim como Szilárd, jamais teria participado da abertura desta caixa de Pandora. Pois minha desconfiança em relação aos governos não se limitava ao da Alemanha.

Mesmo sabendo que incontáveis membros da comunidade científica se acomodaram e fizeram concessões ao poderoso complexo militar industrial não podemos nos esquecer do trabalho de Einstein e de outras mentes brilhantes, conforme explicita a citação acima, que tentaram a todo esforço tolher a ideologia dominante da guerra. Isso remete e abomina a criação da figura mítica a qual a sociedade tem acerca dos cientistas como sendo os únicos responsáveis pela aplicação do conhecimento em prol apenas do uso destas tecnologias para dizimar e destruir a população, Essa visão é, ainda, alimentada pelo capitalismo opressor.

Contrapondo a este regime opressor Einstein e Bertrand Russel fundaram o movimento Pugwash contra as armas nucleares, cujo presidente de honra é o Nobel da Paz Joseph Rotblat. (Rosa, 2005, s. p.).

No Brasil houve movimentos contra a aplicação da Física de forma caótica e desumana a favor do sistema militar industrial. A Sociedade Brasileira de Física (SBF) estabeleceu um debate sobre o Acordo Nuclear com a Alemanha, durante o governo militar. Este debate teve como objetivo a preocupação de estabelecer um controle efetivo da tecnologia nuclear para evitar que o programa nuclear fosse um

degrau na direção da bomba atômica, em uma escalada para a nuclearização militar da América Latina a começar pelo Brasil e pela Argentina. (Rosa, 2005, s. p.).

A luta por uma Física como ciência humanística deve ultrapassar os muros da escola, dos laboratórios, onde a educação e a pesquisa devem ter um caráter de desenvolvimento contínuo da consciência socialista.

Nessa perspectiva dialética, a sociedade poderá rever e criticar os conceitos míticos que se tem acerca da figura do cientista considerando-o um estudioso que tem por finalidade a fabricação de bombas nucleares. O que se verifica aqui é a mera deturpação da imagem do cientista a fim de esconder o precursor do extermínio da grande massa esmagadora de homens que sofrem com o uso indiscriminado da ciência para fins maléficos, ocultando o complexo militar industrial como agente ativo dos motivos reais da guerra e produção de armamentos bélicos.

O fato é que, na sociedade contemporânea e durante o período da segunda guerra mundial, grande parte dos recursos financeiros dos estados foi e ainda é destinada à ciência e tecnologia da guerra, controlada direta ou indiretamente pelo complexo militar industrial. De acordo com Pimenta (2008, s. p.), citando um estudo do SIPRI, Instituto Internacional de Pesquisa da Paz de Estocolmo, os gastos militares em todo o mundo aumentaram 45% nos últimos dez anos. Rússia e China, liderados por Estados Unidos, estão no topo da lista dos países que mais compraram armas. Somente entre 2006 e 2007 o aumento dos orçamentos militares desses países foi de cerca de 6%. Concordando com esses dados supracitados, Mézáros (2004, p. 285) declara que “mais de 70% de toda a pesquisa científica dos Estados Unidos é controlada pelo complexo militar industrial, e na Grã-Bretanha o dado equivalente corresponde a mais de 50%, sendo crescente em ambos os países”.

A medicina de emergência foi, no princípio, um esforço exclusivo da medicina militar. Era necessário cuidar dos feridos e, para isso, havia durante os combates uma equipe responsável por socorrê-los e levá-los a um lugar seguro para as devidas atenções. Atualmente, os hospitais de emergência, em que muitos dos atendimentos se assemelham aos prestados em uma frente de guerra, são uma necessidade inquestionável da vida civil. (MEDICINA, 2002, s. p.).

Avalia-se que mesmo tendo por objetivo inicial o desenvolvimento de uma tecnologia para abastecer e satisfazer a realidade burguesa (e como em qualquer contexto o ser humano não deixa de ser humano), a guerra acabou tendo

repercussões humanísticas. Mas ainda verifica-se pelos fatos que lutar pela Grande Ciência, ou seja, por uma Física humanística depende de uma intensa luta de classes, pois investimentos econômicos atingem valores extremos em relação àqueles que deveriam ser aplicados para fins pacíficos, como na área da medicina, por exemplo. Todavia, mesmo tendo repercussões humanísticas, a guerra não pode ser o fator que determina os avanços em prol da humanidade.

Nas próximas seções desse capítulo abordar-se-á, mais detalhadamente, como a guerra cumpriu egregiamente, embora de forma não humanista, o seu papel de alavancar o desenvolvimento e a evolução da ciência.

## **2.2 A guerra e evolução da ciência**

O uso da energia nuclear em batalhas de guerra teve início já na Primeira Guerra Mundial, causando a morte de vários civis devido à inalação de gás lacrimogêneos e também através de projéteis contendo elementos radioativos. Entretanto, nessa ação, focam-se os imensos investimentos voltados na área da Física nuclear e em específico no período correspondente à Segunda Guerra Mundial.

A guerra química em pequena escala teve início em 1914, quando a França fez experimentos com gás lacrimogêneo e os alemães lançaram projéteis contendo um irritante químico. O primeiro gás letal utilizado foi o gás de cloro, liberado pelos alemães na Segunda Batalha de Ypres, em abril de 1915 (FERRARI, 2011, p. 417).

No período marcado pela Segunda Guerra Mundial, a produção e a venda de armamentos bélicos em países, como exemplo EUA e União Soviética, fizeram com que esses países passassem a se destacar no cenário mundial e também a se tornarem as nações que mais influenciaram e fomentaram o sistema capitalista

sobre outras nações do mundo. Esse fato se intensificou no período pós-guerra, subjugando os outros países às suas políticas fascistas<sup>5</sup>. Dessa forma:

[...] a intervenção ativa do país mais poderoso do mundo capitalista nos assuntos internacionais se tornou a política oficial vigorosamente praticada, ao mesmo tempo que os ex-impérios britânico e francês foram substituídos por novas formas de domínio "neocolonial". Ao mesmo tempo, em seguida à Segunda Guerra Mundial, também a União Soviética apareceu no palco internacional como uma potência mundial incomparavelmente mais ativa do antes da guerra. Depois, em 1949, ocorreu a vitória da revolução chinesa. Estes fatos alteraram significativamente a antiga relação de forças. (MÉSZÁROS, 2004, p. 274).

Em contrapartida, em outros países a guerra trouxe mudanças políticas que figuraram em novos padrões de força e domínio capitalista. Inglaterra e França, por sua vez, representam países cujas economias tornaram-se amorfas no pós-guerra, plasmadas e subordinadas principalmente à economia norte-americana. E assim, os EUA acabaram por implantar no período posterior à Segunda Guerra um novo modelo de produção capitalista, tendo como exemplo o toyotismo<sup>6</sup>, desenvolvido no Japão que impulsionou e intensificou a produção de armamentos bélicos. Isso ocorreu devido à preocupação de nortear e aumentar os imensos lucros com as vendas de armas durante e até mesmo no pós-guerra.

Dado o poder econômico e político de algumas empresas industriais que conseguiram uma posição imensamente forte na economia norte americana com a produção militar durante os anos da guerra, precisava-se encontrar um modo de salvaguardar a continuidade de seu lucro e de sua expansão nas novas circunstâncias, utilizando-se os bons serviços do Estado tanto na economia interna como na criação de tipos de relações internacionais que favorecessem a consolidação e o crescimento de tais forças (MÉSZÁROS, 2004, p. 274).

---

<sup>5</sup> Segundo Ximenes (2001, p. 397) o fascismo corresponde ao sistema político e totalitário, implantado por Benito Mussolini (1833-1975) na Itália.

<sup>6</sup> Toyotismo é um termo em alusão ao fordismo, que é o "Conjunto de teorias de administração industrial preconizadas por Henry Ford" (Dicionário MICHAELIS *on line*).

A história das guerras aliada ao novo modelo de produção representado pelo toyotismo e a sua caracterização aliada à automação do trabalho ainda mais exploratório do que o fordismo (modelo anterior de organização do trabalho) exercem sua tarefa precípua no aumento da produção industrial nos países beligerantes. Os EUA tornaram-se, na vigência do fordismo, um exemplo de país que, ao aplicar nas suas fábricas a produção em série, serviu de protótipo relacionado a esta modalidade de produção para o restante do mundo, transformando e/ou substituindo a mão de obra humana pela máquina com este novo processo produtivo. Elevou-se assim o lucro e a hegemonia da classe que detém o poder desse país. Dessa forma a riqueza e o poderio dos EUA em relação aos países da Europa são justificados pela mecanização da mão de obra e consequente alienação da classe-que-vive-do-trabalho<sup>7</sup> muito mais intensa do que os fatos vivenciados por essa classe no sistema de produção industrial da Europa.

A força de trabalho era mais cara aos EUA. Daí a mecanização do trabalho. O princípio do trabalho em série não é um princípio devido à casualidade. Expressa a tendência a substituir o homem pela máquina, a multiplicar a força de trabalho para puxar e levar, descer e elevar automaticamente. Tudo isto deve ser feito por uma esteira rolante, não às custas do homem. (TROTSKY, 2008, p. 109).

E não foi apenas a mecanização do trabalho que aumentou os lucros e sucessos obtidos pelas potências capitalistas. A dependência e contribuição da participação da ciência no desenvolvimento de novas formas de produção alavancaram ainda mais os lucros desses países beligerantes. Depois a própria ciência sofreu transformações devido a sua contribuição na economia das potências capitalistas mundiais. E como resultado, o controle do Estado sobre a ciência tornou-se egregiamente uma arma poderosa contra países que se tornaram mitigados e

---

<sup>7</sup> A classe-que-vive-do-trabalho, a classe trabalhadora, hoje inclui a totalidade daqueles que vendem sua força de trabalho [...]. Ela não se restringe, portanto, ao trabalho manual direto, mas incorpora a totalidade do trabalho social, a totalidade do trabalho coletivo assalariado. Sendo o trabalhador produtivo aquele que produz mais-valia e participa diretamente do processo de valorização do capital [...]. Mas a classe-que-vive-do-trabalho engloba também os trabalhadores improdutivos, aqueles cujas formas de trabalho são utilizadas como serviço, seja para uso público ou para o capitalista, e que não se constituem como elemento diretamente produtivo, como elemento vivo do processo de valorização do capital e de criação de mais-valia (ANTUNES, 2009, p. 102).

dependentes de políticas econômicas de países como EUA, que ampliou através da ciência positivista as suas forças produtivas.

[...] dada a amplitude das forças produtivas envolvidas, assim como sua articulação tecnológica que envolvia intensa aplicação de capital, o sucesso desse empreendimento teria sido simplesmente inconcebível sem a participação ativa da ciência. Ao mesmo tempo, em vista da natureza de tal tarefa, a própria ciência teve de sofrer as conseqüências dos desenvolvimentos para os quais tanto contribuiu. Como resultado, o controle da ciência pelo Estado cresceu a tal ponto que sua situação contemporânea não comporta, neste ponto, comparações com os estágios passados do desenvolvimento histórico. (MÉSZÁROS, 2004, p. 275).

Além disso, o governo americano, ao pôr em xeque a preocupação da diminuição de sua supremacia frente ao mercado mundial, implantou medidas de controle do Estado sobre a escolha das pesquisas nas universidades, apontando assim o que deve ser feito; causando assim a

Diminuição da autonomia universitária na escolha das pesquisas, para um engajamento mais profundo na criação de um conhecimento "útil" no setor privado, embora ainda se mantenha como *locus* privilegiado de pesquisa básica. (GUIMARÃES; VIANNA, 2011, p.133).

E assim, essa ciência controlada pelo Estado aliada ao desenvolvimento e investimentos que favoreciam a produção bélica e destruição em massa, sutilmente se plasmou em produtos que usamos no cotidiano, como carros, aviões, navios, computadores, aparelhos para curar doenças no campo da medicina etc. Ou seja, ulteriormente a tecnologia usada de forma desumana pelo estado capitalista teve proeminentemente benefícios pelo/para o ser humano: própria da ideologia do capital<sup>8</sup>.

Mas o detalhe que se aponta aqui não é o desenvolvimento da ciência apenas, mas sim o rumo da sua aplicabilidade que tende a favorecer o seu uso para

---

<sup>8</sup> [...] ligadas àquele progresso técnico que o capitalismo é obrigado a promover, surgem nos países altamente capitalistas novas e originais investigações científicas, levando inclusive ao nascimento de novas ciências (a cibernética etc.); mas tais investigações limitam-se a domínios particulares, cuidadosamente delimitados, sem desempenharem o menor papel positivo na construção de uma concepção do mundo (de uma ética e de uma ontologia) científica (COUTINHO, 2010, p. 36).

fins destrutivos, visando o acúmulo de capital. Por isso Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 281) “criticou a ‘ciência aplicada’ pela maneira como ela realmente contribui para a miséria humana, em vez de utilizar seu grande potencial produtivo”, tornando “claro que o que deve ser combatido é a inserção social escravizante da ciência aplicada e a conseqüente insegurança da existência dos trabalhadores”.

Essa ciência aplicada, à qual Einstein se refere, aumenta os lucros da classe dominante, enquanto a minoria da população é que decide os rumos dos investimentos econômicos dos países beligerantes, que em sua maioria são direcionados para a guerra. O grande problema que se aponta aqui é que, além da alienação do trabalho do proletariado nas indústrias que fabricam produtos bélicos, esses investimentos se consolidam também através do labor dos cientistas. E isso prova que, no período da guerra e no pós-guerra, o desenvolvimento de uma ciência modelada segundo os interesses econômicos e ideologias do capital tornou-se o cerne da inópia realidade do proletariado dos países beligerantes e de outros países vítimas de conflitos e ataques genocidas. Isso acaba por delinear mudanças políticas que priorizam a construção de novos equipamentos bélicos para o poderoso complexo militar industrial, ameaçando assim a segurança internacional. Assim Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 275) disse em um congresso nacional para cientistas que

É terrível perceber que o veneno do militarismo e do imperialismo ameaça trazer mudanças indesejáveis na atitude política dos Estados Unidos, no exato momento em que este país deve assumir uma liderança no estabelecimento da segurança internacional. [...] O que vemos ocorrendo aqui não é uma expressão dos sentimentos do povo norte americano; reflete, antes de tudo, o desejo de uma minoria poderosa que utiliza seu poder econômico para controlar os órgãos da vida política.

Essa alienação política e científica que subordina o desenvolvimento da ciência de forma categórica para o complexo militar industrial, arrasta de forma desumana a criação de engenhosas e poderosas armas de guerra. Isto acaba por planificar a economia desses países que lideram a guerra, não importando as conseqüências calamitosas relacionadas aos países colonizados pelas potências dominantes. Assim, Mézáros (2004, p. 291) explicita que “o problema é que a voz dominante atual – a “comunidade dos negócios” do complexo militar industrial – é grande demais e vai se ampliando indefinidamente, subordinando o

desenvolvimento da ciência aos imperativos reificados de seu próprio crescimento canceroso”.

Partindo dessa premissa, verifica-se que esse colossal crescimento da ciência, que deveria preencher de forma democrática e satisfatória as necessidades humanas, acaba exacerbando o sofrimento da humanidade em relação ao desemprego, à fome e doenças por exemplo. Isso prova que o desenvolvimento tecnológico egregiamente tornou-se um fator de exclusão social, pois nem todas as pessoas têm acesso aos novos produtos que surgem no mercado capitalista. E isto é o cerne da desigualdade social no tocante a distribuição de riquezas. Dessa forma o restrito acesso aos produtos que a ciência lança no mercado torna-se para a elite instrumento de poder e dominação em massa. Bazzo e Colombo (2011, s. p.) apontam que

[...] quando não há democracia no acesso ao desenvolvimento tecnológico, caminhamos para a diferenciação social, para a exclusão social. Aspectos estes, que dentro da dinâmica de uma sociedade contemporânea são instrumentos de poder e de controle.

Isso ocorre porque sutilmente a ideologia do complexo militar industrial não está focada na preocupação de melhoria da qualidade de vida das pessoas. Pelo contrário, a ingenuidade e a falta de informação e conhecimento do ser humano em relação aos avanços da ciência e tecnologia os tornam subjugados aos interesses da elite que ajusta as pessoas às necessidades do capital promovidas pela ciência e tecnologia, escravizando o ser humano às máquinas. Isso faz com que a classe trabalhadora, enquanto classe escravizada/marginalizada pelo sistema capitalista, não sinta os avanços da ciência como sendo uma forma de melhoria da qualidade de vida. Nesta perspectiva,

Um interessante problema de nossos tempos é que estivemos adormecidos voluntariamente através do processo de reconstrução das condições da existência humana, não percebendo que o desenvolvimento tecnológico, não favorece a satisfação das expectativas no tocante às necessidades humanas, ao contrário, o padrão consiste em ajustar as necessidades humanas ao que a ciência e a tecnologia produzem. (BAZZO E COLOMBO, 2011, s. p.).

Assim, esse controle do capital exercido por meio da ciência aplicada pelo estado subjugou o trabalho dos cientistas alienando-os ao sistema vigente, uma vez

que eles não seriam financiados a fabricar certos “produtos humanizadores<sup>9</sup>” sem o interesse do estado capitalista. Dessa forma os produtos criados pela Física devem ser socializados visando à melhoria da qualidade de vida das pessoas e não somente para uso exclusivo em investimentos militares.

### **2.2.1 A Física nuclear**

Dentre os investimentos feitos pelo complexo militar industrial, merece destaque o desenvolvimento relacionado à energia nuclear que inicialmente mudou de forma catastrófica o rumo da ciência e da história da humanidade.

Devido à opulência das nações capitalistas avançadas é notório que não foi em vão o real interesse dos países beligerantes que vincularam todos os meios de produção e capacitação tecnológica com investimentos na construção da bomba atômica. Assim, prova-se mais uma vez que a ciência aplicada se restringe ao acúmulo de riquezas e de poder desses países que objetivam adequar a maior parte da sua produção intelectual às necessidades políticas e econômicas desse complexo militar industrial.

Nos países capitalistas avançados, todos os ramos da ciência e da tecnologia são levados a funcionar em auxílio aos objetivos das poderosas estruturas econômicas e políticas organizacionais. As linhas tradicionais de demarcação entre “ciência pura” e “ciência aplicada” – assim como entre os negócios e o universo cada vez mais desdenhado da “academia” – são radicalmente retraçadas para adequar todas as forças de produção intelectual às necessidades do complexo militar industrial (MÉSZÁROS, 2004, p. 287).

Para as nações capitalistas a energia nuclear não representa apenas mais uma fonte alternativa de geração de energia elétrica, pois esta traz benefícios econômicos indiretos em relação à pesquisa avançada desses países, gerando assim vantagens econômicas que aumentam o poder dessas nações. Assim, ao

---

<sup>9</sup> O termo “produtos humanizadores” se refere aqui aos produtos criados pela Física para fins humanísticos, sem a intervenção e interesse próprio do complexo militar industrial.

lado do desenvolvimento da energia nuclear para a geração de eletricidade, existem pesquisas ocultas avançadas financiadas pelo estado capitalista que visa à capacitação científica e tecnológica de pessoas na fabricação de novos produtos que satisfaçam o aumento do poder econômico. Nesse viés, Tennenbaum (2009, p. 11) explicita que “[...] o produto do setor nuclear não é apenas energia, mas, acima de tudo, conhecimento, treinamento, qualificação e capacitação tecnológica nos níveis mais avançados”.

Um exemplo claro que marcou a história da Física enquanto objeto de ensino foi o desencadear das pesquisas sobre a energia nuclear que repercutiu de forma desumana na invenção da bomba atômica, que surpreendeu de forma negativa os civis no período da Segunda Guerra. “As explosões de duas bombas atômicas ao final da II Guerra Mundial proporcionaram ao mundo uma primeira e terrificante demonstração de que aquela possibilidade teórica se tornava realidade.” (TENNENBAUM, 2009, p. 13).

O problema que se aponta aqui se refere ao fato de que o desenvolvimento da Física na área de energia nuclear transcorreu sem o conhecimento e participação da população. Assim o consentimento de que esta tecnologia estava se desenvolvendo clandestinamente para abastecer o poderoso complexo militar industrial enfatizou-se com a inesperada aparição das bombas atômicas.

Muitos problemas do setor nuclear estão ligados à circunstância de que o seu desenvolvimento inicial ocorreu “por cima das cabeças” da população em geral, sem qualquer sentido de participação e, com freqüência (como no caso dos programas militares), sem qualquer conhecimento por parte dela. Com isso, em lugar de se orgulhar com as grandes conquistas do setor na fase inicial, muitos se sentiam ameaçados pela aparição súbita de bombas atômicas e reatores produzindo materiais radioativos (TENNENBAUM, 2009, p. 21).

No mesmo raciocínio Tennenbaum (2009, p. 103) acrescenta ainda que “a revolução da energia nuclear foi anunciada ao mundo por um ato de destruição: o lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki”.

Dessa forma ocorreu que, durante a Segunda Guerra Mundial e no pós-guerra, o desenvolvimento da Física no campo da energia nuclear teve destaque nas pesquisas em detrimento de outros ramos da ciência. Basta inferir que esta tática se baseia aos interesses dominantes do complexo militar industrial que visa recrudescer os negócios financeiros com a venda de armamentos de guerra. Rosa

(2005, s. p.) afirma que “os campos de pesquisa considerados mais importantes da Física e da ciência” em geral são delineados “com as necessidades sociais ou das classes dominantes”. Ele cita ainda que

[...] um deles é a prioridade dada à Física nuclear e à sua sucessora, a Física das partículas elementares, no pós-guerra, com o desenvolvimento das armas nucleares e com a grande esperança depositada na fissão e na fusão nuclear como fonte de energia, ideia hoje ainda controversa.

As pesquisas relacionadas à Física nuclear foram motivo de medo por parte da maioria dos cientistas antenados com o poder destrutivo que esta poderia trazer para a humanidade na época da Segunda Guerra e até mesmo na atualidade ameaçando a estadia das pessoas na Terra. Assim baseado no medo de a Alemanha nazista desenvolver a bomba atômica e esta ser usada visando à bancarrota da sociedade é que vários cientistas propuseram aos EUA fabricarem a bomba atômica antes da Alemanha, evitando assim catástrofes contra a humanidade. Porém, os nortes americanos amparados e apoiados pelos cientistas desenvolveram esta tecnologia antes da Alemanha nazista, culminando no lançamento das bombas atômicas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki , conforme se ilustra na figura 01, cujo objetivo precípua era simplesmente ameaçar os soviéticos, conforme Rosa (2005, s. p.) explicita abaixo:

No século XX, nas duas guerras mundiais, o poder de destruição cresceu exponencialmente pela aplicação da ciência e da tecnologia aos armamentos, culminando na Segunda Guerra com as bombas de Hiroshima e Nagasaki – um mau legado da ciência para a humanidade. Foi fruto do temor de alguns dos maiores cientistas do século, como Einstein, Fermi, Bohr e Szilard, que propuseram ao presidente norte americano Roosevelt desenvolver a bomba antes que a Alemanha nazista a fizesse. Constituiu-se em um dos maiores erros da história da humanidade, pois os nazistas não estavam tendo êxito no desenvolvimento da bomba nuclear.



**Figura 01: Bomba atômica lançada em Hiroshima/Segunda Guerra Mundial**

**Fonte:** <<http://www.duplipensar.net/artigos/2006-Q3/bomba-atomica-hiroshima-o-maior-crime-de-guerra-do-mundo.html>>.

Já no período da guerra fria e mesmo nos dias atuais a humanidade se encontra chafurdada no medo de novamente uma iminente guerra nuclear vir à tona, devido à disputa de poder entre os países capitalistas que subjuga e aliena os povos de menor poder econômico. E assim,

Hoje, apesar do fim da guerra fria com o colapso da ex-União Soviética, o sistema de poder dominante nos Estados Unidos ameaça com as bombas termonucleares de fusão (piores que as de fissão) toda a humanidade. Rússia, França, Inglaterra e China, seguidos de longe, em muito menor escala, por Israel, Índia e Paquistão são também dotados de armas nucleares, que ameaçam inclusive seus próprios povos. Há o medo de o terrorismo usar um artefato nuclear, o que é perfeitamente possível (ROSA, 2005, s. p.).

Mesmo a tecnologia projetada em reatores nucleares sobrepuxou-se em aplicações irracionais secretas contra a própria humanidade, servindo de alicerce para a produção de energia para a construção de artefatos de guerra em projetos militares.

Desafortunadamente, o desenvolvimento inicial dos reatores nucleares ocorreu no contexto de uma grande guerra mundial, como parte de projetos militares secretos, e como tal foi desde o início vinculado estreitamente ao desenvolvimento de armas de destruição em massa (TENNENBAUM, 2009, p. 103).

Contraopondo toda essa miríade de investimentos voltados para a fabricação de armas nucleares, a mesma tecnologia que fora usada para dizimar populações inteiras com a explosão das bombas atômicas desenvolvidas ao final da Segunda Guerra Mundial se encontra na atualidade com vasta aplicação pacífica na produção de energia elétrica através da fissão de núcleos atômicos em usinas nucleares.

Apenas duas décadas após a destruição de Hiroshima e Nagasaki, os usos pacíficos da tecnologia de fissão nuclear já se encontravam em pleno florescimento. Usinas nucleares proporcionavam eletricidade a dezenas de milhões de lares e empresas. [...] E, hoje, a eletricidade produzida anualmente pelas usinas nucleares em serviço corresponde à energia liberada por cerca de 150 mil bombas atômicas com a potência de Hiroshima. (TENNENBAUM, 2009, pp. 13,14).



**Figura 02: Reator atômico de Chernobyl, DIASHOW TSCHERNOBYL/2006**

**Fonte:** <<http://www2.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/projekte/tschernobyl/diashow/foto15>>.

Porém, mesmo essa modalidade de energia não sendo poluidora, tem sido motivo de especulação e críticas quanto ao seu uso na produção de energia elétrica. Esse uso traz consequências ecológicas que alteram a fauna e a flora de uma determinada região com repercussão em outras. Além disso, há o impasse de onde guardar o lixo atômico resultante do processo de fissão nuclear e os diversos impactos sociais que interferem na segurança de moradias de pessoas próximas às usinas termonucleares, além de possíveis acidentes nucleares como o ocorrido em Chernobyl na Ucrânia e recentemente o acidente nuclear ocorrido na cidade de Fukushima no Japão em 2011, além de outros ocorridos até mesmo no Brasil como,

por exemplo, o césio-137, em Goiânia e o acidente em Angra dos Reis no Rio de Janeiro.

A energia hidrelétrica não é poluidora, mas traz impacto ambiental quando forma grandes reservatórios alagando grandes áreas, alterando o ecossistema local [...]. Entretanto o custo de instalação de uma usina nuclear ainda é alto. Elas têm se tornado cada vez mais seguras, mas ainda teme-se o risco de um acidente nuclear com o de Chernobyl, que provoque vazamentos radioativos e a morte de milhares de pessoas. Outro problema com relação ao uso desse tipo de energia é o destino do lixo nuclear que ninguém quer e deve ser armazenado com todo cuidado e proteção até perder seu perigo letal. (FONTES, 2011, s. p.).

Outra consequência que o estudo da energia nuclear trouxe se refere à alienação das pessoas no período da Segunda Guerra, uma vez que as pesquisas relacionadas às reações nucleares com fins meramente destrutivos não são vistas de forma clara pela população tal como acontecia com as disputas de terras e de poder entre reis na época do feudalismo. E nem mesmo com os investimentos na Astronomia. Não é possível camuflar o lançamento de uma nave espacial.

Assim a população se tornou alienada do setor nuclear e as dificuldades de comunicação foram agravadas pelo fato de que as reações nucleares não podem ser vistas ou experimentadas tão diretamente, por exemplo, como o lançamento de uma nave espacial ou transmissão de televisão de astronautas caminhando na Lua. (TENNENBAUM, 2009, p. 22).

Devido a essa dicotomia no que concerne ao uso ou não da energia nuclear para satisfazer as necessidades humanas é que muitos críticos são favoráveis à continuidade dessas pesquisas, esclarecendo assim que a energia proveniente das reações nucleares não polui o meio ambiente. E isso se reforça quando existe a ameaça de no futuro as reservas minerais se esgotarem. Assim,

[...] os que são favoráveis ao seu uso para fins pacíficos acentuam que os geradores dessa energia não liberam dióxido de carbono para poluir o meio ambiente. Além disso, as reservas minerais como o petróleo e o carvão, se esgotarão. (ZILLES, 2006, p. 159-160).

Contrapondo essa ideia supracitada o mesmo autor, Zilles (2006, p. 160) explicita porque alguns críticos são desfavoráveis à continuidade das pesquisas sobre a radioatividade:

Os que criticam o uso da energia nuclear para fins pacíficos apontam para a ameaça de um possível acidente nos reatores e dos detritos desse tipo de lixo atômico. As usinas dessa energia sempre apresentam grandes riscos. Acentuam, ainda, os críticos que os Estados inescrupulosos, que dominam tal tecnologia, em tempos de crise poderão usá-la para fins militares, com conseqüências imprevisíveis para a própria humanidade.

Portanto, a alienação científica aliada ao aumento do poder do capital dos países beligerantes fez com que os investimentos relacionados à radioatividade fossem priorizados por esses países. E dessa forma a Física, em específico a energia nuclear, enquanto objeto de ideologia, teve prioridade de investimentos em relação aos outros ramos da ciência e tecnologia tornando-a alicerce para outras descobertas científicas importantes como a descoberta de novos aparelhos usados na medicina, reatores atômicos e arsenais nucleares para abastecer o complexo militar industrial.

### 2.2.2 A medicina

*“Mais da metade da população do planeta vive em condições próximas da miséria. Sua alimentação é inadequada, ela é vítima da doença [...]. Pela primeira vez na história, a humanidade possui os conhecimentos e técnicas para mitigar o sofrimento destas pessoas [...]. Eu acredito que nós devemos tornar disponíveis para os povos amantes da paz os benefícios do nosso acervo de conhecimentos técnicos de modo a auxiliá-los a realizar suas aspirações por uma vida melhor [...].”*

*Harry Truman, presidente dos Estados Unidos da América  
Discurso inaugural, 1949*

(TRUMAN, 1949 apud PIRES-ALVES; PAIVA; FALLEIROS, s.d., p. 153)

Nesse estudo, foca-se a relação entre Física e Biologia quanto ao uso militar, mas mostrando que, apesar do horror da guerra, paradoxalmente, aponta-se a

esperança. Os conhecimentos desenvolvidos em função da guerra<sup>10</sup> possibilitaram à humanidade a luta pela sobrevivência, permitindo que, apesar da doença ou mutilação, o sofrimento humano possa ser amenizado.

Concomitantemente ao desenvolvimento da energia nuclear, ocorreu também o desenvolvimento da medicina, inicialmente direcionada a favorecer o desenvolvimento de pesquisas estratégicas do complexo militar industrial. Nesse sentido (MÉSZÁROS, 2004, p. 287) afirma que

De fato é muito incômodo pensar que a “saúde” de um importante campo de pesquisa tenha de depender de um questionável financiamento militar; mas é ainda mais incômodo que a subordinação do conhecimento às necessidades e aos interesses do complexo militar industrial seja racionalizada e legitimada pela prática instituída de empresas comerciais que pegam lucrativas caronas em sucessos e fracassos militares potencialmente apocalípticos.

Como exemplo, pode-se citar a medicina que se tornou na época do nazismo alemão um forte instrumento de poder, onde o progresso científico se deu através de engenhosas pesquisas genéticas feitas com povos judeus na mais bruta irracionalidade. Experiências através de cirurgias e amputações eram realizadas com pessoas vivas, no caso citado com os judeus, e sem anestesia local para alívio da dor. Até mesmo crianças foram usadas como cobaias em experiências realizadas pelos médicos com o apoio de Hitler.

A Medicina se desenvolveu com as experiências de Hitler. Mengele<sup>11</sup> castrou os adolescentes judeus para ver se nascia novo pênis; e arrancou a pele morena das jovens judias para ver se nascia uma pele branca. Foi assim que a Medicina se desenvolveu como ciência, usando os judeus como cobaias humanas. [...] A cirurgia e a dessecagem de corpos humanos, além de amputações e extração da pele e de órgãos, eram as principais práticas da Medicina nazista [...]. Afinal, a prática cirúrgica é um legado da Medicina nazista (DIAS, 2011, s. p.).

---

<sup>10</sup> Cabe frisar aqui que se a concepção vigente fosse humanista, não seria necessário passar por uma guerra para desenvolver o conhecimento humanista.

<sup>11</sup> Médico alemão (1911-1979) conhecido como o anjo da morte do campo de concentração nazista de Auschwitz, responsável pela morte de 400 mil judeus (Pinto, 1985, capa do livro).

A figura 03, a seguir, registra fatos da época, com práticas da medicina nazista: experiências feitas com um judeu vivo colocado em água gelada até a morte. O objetivo era o de aprender a tratar a hipotermia verificando assim quanto tempo o corpo humano suporta ambiente gelado porque seria utilizado mais tarde para defesa e sobrevivência de exércitos militares em regiões de baixíssimas temperaturas.



**Figura 03: Experiência com judeu em tanque congelado/holocausto/Alemanha**  
Fonte: <<http://olavosalदानha.wordpress.com/auschwitz-treblinka-chelmno-oholocausto/>>

Dessa forma justificam-se altos investimentos no campo da Biologia concatenada à Física, que foram delineados principalmente com a descoberta do DNA, que por sua vez impulsionou as pesquisas relacionadas à manipulação genética, além da descoberta da penicilina<sup>12</sup> e que, por sua vez, atendeu a interesses civis, melhorando assim a qualidade de vida da população através da cura, controle de doenças transmissíveis e alívio de sofrimento decorrente de enfermidades. Nesse sentido Pires-Alves *et al* (2011, p. 153) explicitam que

---

<sup>12</sup> 1896: E. Duchesne: descobriu a penicilina, mas raramente tal pesquisador é citado, pois seus achados nunca foram devidamente publicados ou notificados, sendo esquecidos durante vários anos.

Na saúde e na medicina, o surgimento da penicilina e de inseticidas como o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), entre várias outras novidades, sugeria que o sofrimento físico das populações poderia ser em muito amenizado, e que doenças tenderiam a ser erradicadas.

Porém, contrapondo essa tendência humanística de se ater aos mecanismos de controle de pesquisas baseados em interesses civis, encontra-se a dualidade de aplicação da medicina tendendo a dois lados: de um lado, o seu uso para a melhoria da qualidade de vida; e, do outro, os interesses militares em projetos de guerra.

Para apontar um caminho básico de entendimento desta questão, é importante destacar que uma das características fundamentais da ciência de ponta é seu uso dual, cujo significado é a imanência de seu duplo papel: atende tanto interesses civis - para melhoria da qualidade de vida das populações, quanto interesses militares bélicos que não costumam poupar vidas na busca das conquistas científicas (ALMEIDA, 2007, s. p.).

Concordando com as ideias de Almeida, Souza (2006, p. 138) alerta para o fato de que “não podemos ser escravos de qualquer progresso técnico científico, sobretudo quando a ciência não esteja a serviço da humanidade”.

A figura 04, a seguir, retrata situações da medicina que teve a tarefa precípua de atender as situações onde soldados foram mutilados na guerra. A medicina foi assim usada pelos militares para mitigar a ansiedade e revolta da população que presenciara, frequentemente, civis que voltavam para o seu país de origem mutilados. E com o passar do tempo, voltada em prol da humanidade, conforme se mostra na figura 05. Essa mesma tecnologia é usada para atender civis, vítimas de acidentes ou doenças.



**Figura 04: Soldado provando sua perna ortopédica/vítima de uma bomba que explodiu no início da invasão dos EUA ao Iraque.**

Fonte: <<http://www.voltairenet.org/article136827.html>>



**Figura 05: Paciente em hospital moderno recebendo cuidados médicos**

Fonte: <[revistaepoca.globo.com](http://revistaepoca.globo.com)>.

As consequências no que se refere à pesquisa biológica realizada sob o controle do complexo militar alarmou a comunidade científica quanto aos perigos que a biotecnologia pudesse trazer à humanidade ao ser usada de forma irracional em épocas de guerra. O perigo se concentra na possibilidade de agentes virulentos extinguirem por completo a existência humana na face da Terra.

Quanto à saúde das pesquisas em engenharia genética realizadas sob o controle dos militares, os cientistas envolvidos recentemente começaram a dar o alarme sobre os perigos para o futuro. Apontam para duas possibilidades fatais. Uma refere-se à perspectiva mais distante da total extinção da vida neste planeta, em consequência de uma conflagração total que teria a contribuição letal das armas biológicas como parte essencial. A segunda, dizem, está muito mais próxima, praticamente podendo acontecer amanhã. Consistiria na combinação da disseminação clandestina de alguns agentes biológicos de destruição, já disponíveis e muito virulentos [...] (MÉSZÁROS, 2004, p. 288).

Mesmo com essa miríade de investimentos na medicina para atender inicialmente os interesses militares no período da guerra, em especial a cura de soldados feridos em combates, essa foi categoricamente o alicerce para uma grande revolução no campo da medicina. Assim, Bernal (1979, p. 23, tradução nossa<sup>13</sup>) diz que essas pesquisas que inicialmente eram chafurdadas de financiamentos do Estado, visando estratégias e interesses militares, “revolucionou o tratamento de feridas, principalmente por arma de fogo, que se tornaram muito comuns em épocas de mortíferas guerras”.

A comunidade científica deve aliar-se à ética científica e conhecer de forma crítica as implicações e riscos que as pesquisas na área da saúde podem desencadear em processos positivos ou não para a humanidade. Além desse compromisso relacionado aos pesquisadores da área da saúde, o estado deve assim também ampliar a dimensão de uma educação libertadora, garantindo o diálogo entre cientistas e sociedade civil. Dessa forma, a humanidade poderá avaliar e se sensibilizar mais a favor de pesquisas que garantam a minimização de efeitos colaterais perniciosos de determinadas pesquisas.

### **2.2.3 A automobilística**

---

<sup>13</sup> Revolucionó el tratamiento de las heridas, especialmente las de bala, que se hicieron muy corrientes en esa época de mortíferas guerras.

Na época da Segunda Guerra, o carro já era uma tecnologia que garantia às pessoas conforto e rapidez na locomoção, sendo assim objeto de enormes interesses comerciais. Isso fez com que alguns países alavancassem e planificassem a sua economia através da automobilística. Sendo assim, esse novo produto inventado pela Física<sup>14</sup> com enormes aplicações comerciais foi paulatinamente delineado, moldada a fim de sobrepujar os interesses econômicos dos países mais ricos que visualizaram além dessas tendências supracitadas que o carro poderia ser usado em combates militares. Assim veículos automotores foram adaptados pelos fabricantes para atender às necessidades do complexo militar industrial.

A Primeira Guerra Mundial mostrou a necessidade de um veículo de reconhecimento leve, rápido, para todo o terreno, que substituísse as tradicionais motos com *side car* usadas por mensageiros. O Exército norte-americano, com o agravamento da Segunda Guerra Mundial, lançou este desafio aos fabricantes de automóveis. Em 11 de julho de 1940 foi enviado um pedido a 135 fabricantes para o desenvolvimento de um veículo que atendesse as seguintes especificações: veículo com tração 4x4, em aço estampado de fácil fabricação, capacidade para 03 passageiros e metralhadora 30, peso máximo de 600 kg (depois mudado para 625 kg), carga útil mínima de 300 kg, potência de motor mínima de 40hp, velocidade máxima de no mínimo 80 km/h, entre outras características (AMBONI, 2011, s. p.).

A figura 06, a seguir, ilustra um protótipo (Jeep) usado em combates na Segunda Guerra Mundial para transporte de soldados, armas de fogo e feridos.

---

<sup>14</sup> A automobilística teve enormes avanços no decorrer do século XX, devido ao desenvolvimento/aprimoramento das aplicações das Leis da Termodinâmica (em particular o estudo de motores de explosão à gasolina).



**Figura 06: Protótipo da Bantam MK II (jeep)**

**Fonte: <<http://www.willysmb.com.br/artigo.htm>>.**

Dessa forma o automóvel foi e ainda é objeto de investimentos e pesquisas financiados pelo Estado capitalista. Tendo como base esta premissa de se usar o carro como uma nova arma de guerra, as novas linhas de montagem se estruturaram para aumentar a produção de veículos para fins militares. Assim visando esta dicotomia entre aumento de poder de uso do carro para fins guerrilheiros e aumento de poder econômico por parte da produção é que Henry Ford aperfeiçoou a linha de montagem automobilística nas fábricas dos Estados Unidos. E através da divisão e parcelamento do trabalho humano e consequente alienação do trabalhador, o número de peças produzidas nas fábricas aumentaram e com elas, o lucro das empresas.

A divisão do trabalho foi intensificada por Henry Ford (1863-1947), que introduziu a linha de montagem na indústria automobilística, procedimento que mais tarde ficou conhecido como fordismo. (ARANHA; MARTINS, 2003, p. 39).

Ao mesmo tempo em que a tecnologia automotiva avançou no período da Segunda Guerra, para atender o complexo militar industrial, mesmo antes de a guerra terminar, novos modelos saíram no mercado para servir ao uso e consumo do mercado civil. Pinto (2010, pp. 7, 8) elucida que a “evolução dos transportes” [...] “permite o traslado de pessoas e bens em longas distâncias de modo rápido e cada vez menos dispendioso”.

No período da Segunda Guerra outros modelos de carros equipados e delineados para a guerra surgiram para reforçar o poder de fogo das máquinas automotivas. O exemplo mais claro é o aperfeiçoamento de veículos blindados de

infantaria (VBI) armados com canhões e metralhadoras de guerra que foram inventados com o objetivo de acoplar numa mesma máquina a facilidade de locomoção de explosivos, além de transportar com segurança tropas de combate. Isso fez com que as grandes montadoras aliassem à sua produção a evolução tecnológica de carros blindados aos interesses dos militares.

Os componentes de projeto clássicos de um VBI são capacidade de tripulantes, poder de fogo, proteção e mobilidade. A orientação espacial é importante do ponto de vista das tropas desmontadas e a flexibilidade é um componente importante para operações de baixa intensidade. Questões de custo tornam a padronização de componentes importantes. (BACCHI, 2003, s. p.).

A figura 07, a seguir, ilustra um veículo blindado de tecnologia russa, capaz de lançar mísseis a laser e com alcance de mais de 4km.



**Figura 07: BMP-3 Canhão russo**

**Fonte: <<http://sistemadearmas.sites.uol.com.br/ter/vbip1.html>>**

Segundo Weeks (1974, p. 125) os veículos blindados se tornaram preferidos pelos soldados em campos de guerra principalmente devido à segurança oferecida aos militares em combates ao usar armas de infantaria, como por exemplo, metralhadoras.

Assim, o desenvolvimento do automóvel teve no período da Segunda Guerra participação ativa nas disputas de poderio econômico entre os países do bloco capitalista. Inicialmente, o carro tornou-se objeto de poder de uso exclusivo dos militares. Eis aí a gênese de tantos investimentos tecnológicos, além de rápidos avanços no aumento da produção de veículos usados para fins militares. Hoje esta

tecnologia é usada para fins pacíficos como realizar transportes de mercadorias, em viagens e transportes de pessoas.

#### 2.2.4 Os Navios

*Em grande parte, nos últimos anos, o progresso técnico do material marítimo originou-se das rivalidades internacionais que abrangeram sempre os países mais avançados no campo industrial. Tentando conseguir melhores qualidades bélicas para seus navios de guerra, as principais potências estabeleceram uma verdadeira competição nos ramos industriais servidores das atividades militares. Sem dúvida, a turbina a vapor, a caldeira a óleo, a propulsão elétrica e o radar surgiram por exigência das necessidades bélicas navais. (CAMINHA, 1980, p. 221).*

Inicialmente o mar foi objeto de retirada de riquezas básicas para a economia, visando às necessidades alimentícias das comunidades marinhas, tendo como objetivo principal a pesca. Gradativamente, com o aumento da população houve também o aumento de consumo de alimentos e aquisição de novas mercadorias. E assim a tecnologia aplicada na fabricação de novos navios teve aplicações comerciais, sendo alvo de interesses burgueses. Aliado a esses interesses houve também a necessidade de conquista e aquisição de novas terras e novos continentes para obtenção de novas matérias primas para o mercado consumidor. Dessa forma, paulatinamente disputas de poder foram travadas entre os países mercantes e assim vários governos deram início ao desenvolvimento e financiamentos de pesquisas, além de novos projetos para equipar navios para os objetivos militares.

Normalmente, os povos que têm suas histórias mais fortemente ligadas ao mar iniciaram as atividades oceânicas pela forma mais simples e antiga, a pesca. [...] a experiência náutica adquirida através de gerações, paulatinamente passaram para um estágio mais avançado, caracterizado pelas navegações de maior amplitude pela busca de novas terras para colonizar ou para comerciar e também pela pirataria. Por fim, foram eles compelidos, pelo desenvolvimento dos interesses no ultramar, a criar complexos sistemas políticos, econômicos e militares que preservassem as vantagens conquistadas (CAMINHA, 1980, p. 160-161).

Por volta do século XV, a Itália, por exemplo, era um Estado que controlava a construção de navios comerciais de empresas privadas tendo como estratégia a necessidade de usá-los em futuras guerras.

[...] Estado regulava e dirigia a produção, seguindo leis rigorosas concernentes aos processos de fabricação dos navios, suas dimensões, seu aparelhamento, enfim, o trabalho dos operários. Nenhum veneziano podia construir nos limites da república navios que não tivessem as medidas rigorosamente previstas. Os interesses da defesa militar exigiam, com efeito, que em caso de necessidade, os navios mercantes pudessem ser facilmente transformados em navios de guerra. Eis a explicação da prodigiosa rapidez com que aquela República renovava sua frota. (CAMINHA, 1980, p. 50).

As diversas evoluções marítimas representaram enorme fonte de poder na conquista de novos continentes e poderio econômico. Assim, no período do Segundo Conflito Mundial a tecnologia avançada na fabricação de novos navios tornou-se necessária a fim de abastecer as necessidades do complexo militar industrial. Dessa forma, as guerras marítimas travadas entre os países beligerantes trouxeram à tona a produção de melhores e potentes navios, fazendo da Física um colossal campo de pesquisa destinado à guerra. Assim a Segunda Guerra Mundial experimentou a dinâmica de uma crescente explosão tecnológica baseada em interesses militares capaz de mudar o destino das economias.

O início desse desenvolvimento tecnológico foi marcado pela construção de novos modelos de submarinos delineados para a guerra e não com o fim comercial. Durante as batalhas marítimas essas máquinas de guerra necessitavam de combustíveis e o navio era o meio de transporte mais eficaz a ser desenvolvido com esse objetivo. Devido a isso, novas tecnologias foram adaptadas para melhorar o desempenho de navios tanque melhorando cada vez mais a tecnologia já então usada em submarinos com motores elétricos, telégrafos e radares. Isso prova que a Física sobrepoujou o seu valor em relação ao aumento de poder dos países guerrilheiros ao alavancar as inovações tecnológicas marítimas nesse ínterim da Segunda Guerra. Assim, Almeida (2009, p. 43) explicita em seu trabalho dissertativo que “o poder marítimo estava, também, definitivamente ligado à questão da inovação, em especial, a tecnológica”.

A supremacia dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial esteve alicerçada na tecnologia financiada e implantada na construção de suas frotas navais com submarinos equipados para a guerra, com menor consumo de combustíveis e acoplados com mísseis de longo alcance. Assim o governo americano Roosevelt<sup>15</sup> fez da marinha de guerra o alicerce maior para mitigar o medo de um futuro conflito europeu, dando ao país a situação privilegiada na tecnologia mercante.

A Segunda Guerra Mundial elevou os Estados Unidos à primazia incontestável nos mares. O perigo crescente de um conflito na Europa levou o governo de Roosevelt a pôr em execução um gigantesco programa naval que já ia bem adiantado quando do ataque da Pearl Harbor. [...]. Onde os Estados Unidos conservaram a primazia absoluta, sem mostrar a mínima intenção de perdê-la, foi na Marinha de guerra. Se depois da guerra de Sucessão da Espanha restou apenas uma grande potência naval, a Inglaterra, depois da Segunda Guerra Mundial coube aos Estados Unidos essa situação privilegiada. (CAMINHA, 1980, pp. 153, 154).

A figura 08, seguir, representa um navio fabricado pela marinha dos Estados Unidos em 1943, equipado com mísseis para a guerra contra os países do Eixo, que inicialmente eram integrados pela Alemanha, Itália e Japão.

---

<sup>15</sup> Franklin Delano Roosevelt foi um político americano (1882-1945). O único homem a ser eleito para quatro mandatos consecutivos como presidente dos Estados Unidos. Em seu governo, criou um gigantesco complexo militar-industrial. Devido ao ataque japonês a Pearl Harbor em 7 de dezembro de 1941, o presidente Roosevelt, chamando o 7 de dezembro de "dia da infâmia", pediu uma declaração de Guerra ao Congresso.



**Figura 08: Navio, classe Iwoa serviu a Marinha Americana desde a Segunda Guerra Mundial até a Guerra do Golfo.**

**Fonte: <<http://criticaprivada.wordpress.com/2011/04/18/10-maiores-navios-militares-do-mundo/>>**

Até mesmo o Brasil ao entrar como aliado dos EUA na Segunda Guerra Mundial equipou os seus navios com investimentos promissores para proteção do litoral brasileiro e contra ataques de inimigos das forças navais do Eixo. Devido a vários ataques feitos por submarinos alemães, a marinha brasileira teve que inexoravelmente investir em novas tecnologias submarinas. Assim, o aperfeiçoamento e uso da Física na construção de novos navios para a guerra com baixos custos e maior poder de destruição tornaram-se um marco importante na égide do Brasil.

Quando do término da Segunda Guerra Mundial, em 1945, a Marinha do Brasil já não era mais aquela de 1942. Apesar da pouca mudança, os anos de guerra e o seu engajamento na batalha junto aos Aliados foram decisivos para o aprendizado e aperfeiçoamento. Isso transformou a nossa Marinha em uma verdadeira especialista no combate e principalmente na luta anti-submarino. (DEFESA BR, 2011, s. p.).

Os empreendimentos econômicos adotados no avanço da tecnologia das grandes navegações fizeram do mar um amparo econômico lucrativo para os países beligerantes, seja no aumento do número de navios construídos, aquisição de novos continentes quanto na supremacia tecnológica desses países. Assim as batalhas

navais fizeram da ciência o ponto de inflexão, o amparo e o cerne para o desenvolvimento das frotas submarinas.

Exemplo disso se dá na figura 09, a seguir, que representa um cruzeiro, um dos maiores do mundo (O navio Solstício) usado hoje pelos civis em viagens de turismo.



**Figura 09: O navio Solstício**

**Fonte: <<http://hypescience.com/fotos-do-maior-navio-de-cruzeiros-do-mundo/>>**

Dessa forma, desde os primórdios da história, a Física tornou-se objeto de estudo da marinha visando à evolução tecnológica de navios que foram plasmados e delineados para atender a objetivos militares. Recentemente esta mesma tecnologia tem sido fundamental para a economia dos diversos países do mundo, sendo usada para fins pacíficos - como na defesa de fronteiras - e para fins comerciais no transporte de mercadorias, combustíveis e no traslado de pessoas, além de fortalecer o turismo.

### **2.2.5. A aviação**

O primeiro ataque aéreo, segundo Ferrari (2011, p. 420), foi registrado em 1911 por um avião italiano na Líbia. A partir desta data as aeronaves passaram a ser

usadas em larga escala em batalhas de guerra. Assim, devido ao sucesso em ataques aéreos essa tecnologia passou a ser manobra de sucesso rápido e mais eficaz em relação a outras armas de guerras usadas na terra e no mar por países combatentes no período do Segundo Conflito Mundial. Nesse viés, o interesse do estado em investir na tecnologia e fabricação de novas aeronaves para abastecer as necessidades do complexo militar industrial teve como estopim a tecnologia da guerra aérea.

Durante toda a Segunda Guerra Mundial, a força aérea teve papel vital nas batalhas terrestres e navais, mas ela travou também campanhas particulares, promovendo bombardeios estratégicos e disputando a superioridade no ar. Alemanha, Grã-Bretanha e Estados Unidos buscaram vantagem decisiva apenas com o poder aéreo. (FERRARI, 2011, p. 444).

Desde o início da Segunda Guerra, o avião mostrou ser um forte aliado em conflitos entre os países do Eixo e os países Aliados<sup>16</sup>, sobrepujando a sua eficácia em detrimento de outras armas de guerra, como os carros de combate, navios e às armas de infantaria.

A participação de aeronaves em batalhas de guerra teve como marca precípua o ataque à base estadunidense de Pearl Harbor, realizado pelo Japão contra frotas navais dos Estados Unidos e deu início à participação efetiva dos EUA no Segundo Confronto Mundial.

Aviões de caça foram, nesse período, projetados em curtos intervalos de tempo com o propósito de se contrapor à tecnologia aérea dos inimigos.

A Segunda Guerra Mundial foi uma batalha de avanços tecnológicos. Durante toda a guerra, as forças aliadas e as do eixo trabalhavam sem parar para melhorar as capacidades e características de seus equipamentos. Nenhum outro tipo de tecnologia representou tão bem essa batalha pela supremacia do que os aviões de caça, sendo apresentados em intervalos de poucos meses, sempre com uma versão destinada a contrapor a mais recente criação do lado inimigo (CINEAS, 2011, s. p.).

---

<sup>16</sup> Os Aliados se reuniram contrapondo-se aos países do Eixo, tendo como liderança os Estados Unidos, com o apoio do Reino Unido e União Soviética.

A produção em massa de aviões para a guerra esteve aliada no período de 1939 a 1945, com a tecnologia de aeronaves mais velozes com bombardeios de longa distância. “Dezenas de milhares de aviões foram rapidamente colocados em serviço; a construção de aeronaves deixou de ser arsenal e passou a ser produção industrial.” (FERRARI, 2011, p. 421).

O fato marcante é que surgiu nesse período supracitado o primeiro avião a jato além de caças a jato criados para fins militares.

Os anos da Segunda Guerra Mundial foram caracterizados por um drástico crescimento na produção de aviões e pelo rápido desenvolvimento da tecnologia envolvida com aviação. Foram desenvolvidos os primeiros bombardeiros de longa distância, o primeiro avião a jato de uso prático e o primeiro caça a jato. Caças, no começo da segunda guerra mundial, tinham velocidade máxima de até 480 km/h e podiam voar até um teto (máximo) de 9 mil metros de altitude. No final da guerra, caças já estavam voando a 640 km/h, com muitos tendo tetos de 12 mil metros (PORTAL, 2011, s. p.).

A figura 10, a seguir, ilustra um protótipo do B-29 desenvolvido e produzido no início da Segunda Guerra. Esta aeronave marcou a história da guerra com o lançamento da primeira bomba atômica lançada em Hiroshima no Japão.



**Figura 10: Bombardeiro Boeing B-29 americano**

Fonte: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/historia-do-aviao/historia-do-aviao-3.php>>

O desenvolvimento do avião esteve categoricamente motivado por aplicações militares, sendo que após o Segundo Conflito Mundial as empresas produtoras de avião fizeram dessas máquinas de guerra um ótimo ramo de enaltecer a economia desses países com o transporte de passageiros. Assim essa mesma tecnologia fora destinada à aviação civil.

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, a aviação comercial passou a se desenvolver em um ramo à parte da aviação militar. Empresas produtoras de aviões passaram a criar aviões especialmente destinados à aviação civil, e linhas aéreas pararam de usar aviões militares modificados para o transporte de passageiros. Em alguns anos após o fim da guerra, várias linhas aéreas estavam estabelecidas no mundo (PORTAL, 2011, s. p.).



**Figura 11: Interior de um moderno avião para viagens de civis**

**Fonte:** <<http://aleosp.wordpress.com/fotos-de-avioes/>>

Apesar de o avião ser objeto de poder em momentos de guerra, tem se tornado na atualidade o meio seguro e eficaz no transporte rápido de passageiros e de mercadorias, conforme a figura 11. Assim, são produzidos jatos com interesses comerciais e o detalhe que se aponta aqui é que a tecnologia desenvolvida inicialmente para fins militares acabou atendendo a fins pacíficos. Assim é notório que a tecnologia avançada de aeronaves garantiu a supremacia de guerra de vários países além de alavancar de forma considerável a economia de um país.

## **2.2.6 Os Computadores**

*[...] que esta máquina não venha ser uma inimiga de seu criador, que ela não termine seus dias com o mesmo objetivo para a qual foi criada, ou seja, a Guerra (MARQUEZE, 2011. s. p.).*

Dentre todos os produtos criados pela Física atendendo precipuamente as necessidades do complexo militar industrial merece destaque o desenvolvimento dos computadores no período da Segunda Guerra. Isso se deve ao fato de que essa tecnologia melhorou a qualidade e eficácia das armas de infantaria, bem como os aviões usados entre os países combatentes através de aeronaves controladas à distância com o auxílio de modernos computadores e sofisticados *softwares*.

Os computadores se tornaram indispensáveis no planejamento e gerenciamento da guerra. Além disso, uma tremenda quantidade de software é atualmente utilizada nos equipamentos militares. (MÉSZÁROS, 2004, p. 287).

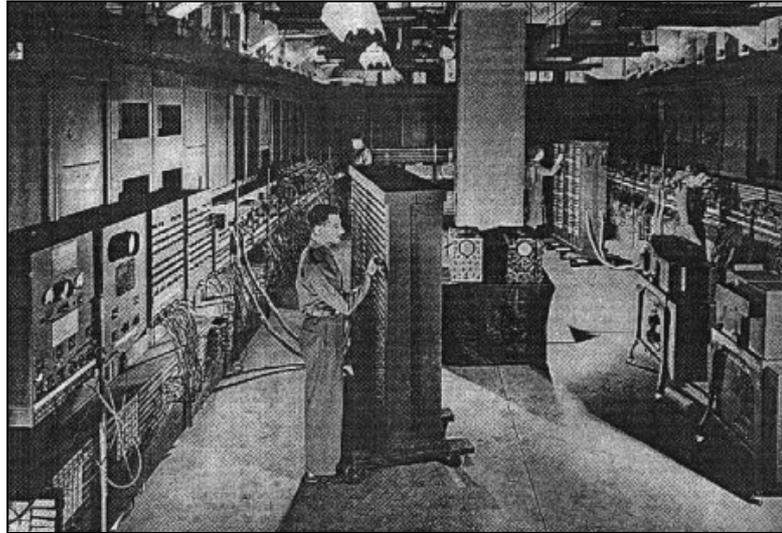
Assim, essas principais descobertas tecnológicas em eletrônica computacional ocorreram no período do Segundo Conflito Mundial e no pós-guerra culminando com o desenvolvimento de programas computacionais plasmados segundo a ideologia e necessidades específicas do complexo militar industrial.

Foi durante a Segunda Guerra Mundial e no período seguinte que se deram as principais descobertas tecnológicas em eletrônica, o primeiro computador programável e o transistor, fonte da microeletrônica, o verdadeiro cerne da revolução da tecnologia da informação no século XX (CASTELLS, 2007, s. p.).

A foto 12, a seguir, ilustra um protótipo de computador<sup>17</sup> inventado no início da Segunda Guerra Mundial, em 1936.

---

<sup>17</sup> O primeiro computador eletromecânico inventado em 1936 por Konrad Zuse e em 1943 durante a II Guerra Mundial foi desenvolvido o ENIAC, que pesava 30 toneladas e tinha 5,5 metros de altura, 25 metros de comprimento e 70 mil resistores e 17.468 válvulas. (RESUMO, 2011, s. p.)



**Figura 12: Primeiro computador**

Fonte: <<http://leloroger.wordpress.com/2009/03/25/resumo-das-4-primeiras-aulas-de-shf/>>

Categoricamente as tecnologias computacionais surgiram inicialmente como alicerce de disputas entre os países beligerantes atendendo assim a necessidade dessas nações em solucionar problemas do complexo militar industrial, como por exemplo, realizando cálculos precisos na trajetória de projéteis lançados por aviões em países da base inimiga.

O governo dos Estados Unidos, pressionado pela necessidade de solucionar questões postas pela Segunda Guerra Mundial – entre elas a de conseguir um armamento melhor e mais eficaz - entregou uma série de projetos a cientistas das mais prestigiosas universidades do país, entre eles os professores Eckert e Mauchly. Entre tais projetos figurava o cálculo das trajetórias dos projéteis das baterias antiaéreas, assim como a elaboração de tábuas de tiros (MARQUEZE, 2011, s. p.).

Atualmente a tecnologia avançada em programas computacionais possui enormes aplicações na vida dos seres humanos. Mesmo servindo inicialmente como objeto de aumento de poder do complexo militar industrial, essa máquina tornou-se forte aliada de modernos sistemas de ensino, melhorando assim a aprendizagem dos alunos através de sofisticados *softwares* educacionais. Assim Marqueze (2011, s. p.) explica que

Foi neste contexto então, na Segunda Guerra Mundial, que os primeiros computadores iriam surgir, com fins exclusivamente militares. Triste ironia do destino, uma máquina que surgiu como anti-cultura, é hoje a maior aliada da cultura.

Dessa forma, a descoberta e o desenvolvimento da tecnologia computacional apresentaram fatores negativos, tendo como cerne a sua aplicação perniciosa que visava o aumento de poderio dos países bélicos. Em contrapartida, atualmente, esse recurso tecnológico encontra-se com vasta aplicação em todos os ramos da indústria e na vida cotidiana dos seres humanos<sup>18</sup>. Zilles (2006, p. 160) aponta que “o computador tornou-se instrumento imprescindível no trabalho diário para a nossa sociedade”.

Assim, há também pontos positivos e relevantes a serem enumerados como, por exemplo, a sua aplicação pacífica na área da medicina, na aviação, em viagens espaciais que exigem controle a longa distância e em todos os ramos da indústria, além de substituir a mão de obra humana em trabalhos rotineiros e repetitivos. Atualmente essa tecnologia continua se desenvolvendo a cada dia, trazendo para a humanidade novos padrões de vida mudando paulatinamente a realidade sócio-econômica das nações.

### **2.3 Física: libertação ou alienação científica?**

As descobertas científicas estão intimamente ligadas à ideologia do capital. Por isso não é em vão que o sistema capitalista apropria-se do conhecimento físico para obter maiores acumulações de capital através da guerra. Para isso o Estado, controla direta e indiretamente o sistema de ensino (aparelho ideológico do Estado) aumentando-se assim, a alienação científica.

#### **2.3.1 A Física como objeto de ensino**

---

<sup>18</sup> Se o ensino da Física tivesse um viés humanista, não seria necessária a ocorrência de conflitos entre nações para a descoberta e o desenvolvimento da tecnologia computacional, porque as pesquisas científicas não devem ser pautadas em interesses econômicos (ver nota 10 na p. 40).

*[...] a ciência muito auxilia os tormentos da vida cotidiana; no entanto, faz-se necessário pensar antes como o conhecimento produzido pode auxiliar a humanidade (GAUER, 2006, p.35).*

Ao pensar numa Física humanística ligada à Sociologia e à Filosofia, torna-se necessário, mesmo nos cursos da área de “exatas” das universidades, investir e incorporar, nas grades curriculares desses cursos, disciplinas com enfoque na área de humanas. No PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) a proposta para o ensino da Física apresenta que as “competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos” (PCN, 2000, p. 59).

Porém a realidade do complexo militar industrial abomina tal competência, pois fere a ideologia dominante cujo objetivo não é o de pensar no interesse humano, principalmente no das classes menos favorecidas e na parte periférica do mundo. “Nos países capitalistas avançados, todos os ramos da ciência e da tecnologia são levados a funcionar em auxílio aos objetivos das poderosas estruturas econômicas e político-organizacionais” (MÉSZÁROS, 2004, p. 287).

Essas políticas econômicas representadas e alicerçadas em métodos de ensino focados aos interesses burgueses dos países beligerantes atuam de maneira fugaz nas grades curriculares de ensino das universidades, sujeitando e alienando as políticas educacionais ao aparelho ideológico do Estado, representado pelo governo. E esse, por sua vez, é categoricamente influenciado pela classe dominante.

A escola, nesse contexto, torna-se objeto precípua de alienação científica. A repressão que aqui se refere diz respeito à alienação do cientista enquanto trabalhador representante do saber e cujo objetivo é dar aos governos, enquanto aparelho repressivo do Estado, o poder de dominar através da ideologia os meios de produção capitalista, evitando assim a força física através da violência. Althusser (1985, p. 70) acrescenta e explicita que

O aparelho [repressivo] do Estado funciona predominantemente através da repressão [inclusive a física] e secundariamente através da ideologia. [Não existe aparelho unicamente repressivo]. [...] Da mesma forma, mas inversamente, devemos dizer que os Aparelhos Ideológicos do Estado funcionam principalmente através da ideologia, e secundariamente através da repressão seja ela bastante

atenuada, dissimulada, ou mesmo simbólica. [Não existe aparelho puramente ideológico].

Assim, a ideologia dominante inculcada no sistema de ensino, especificamente no que tange ao ensino da Física, integrado a formalismos matemáticos e meramente práticos, alimenta a produção intelectual adaptada às necessidades do complexo militar industrial. Fomenta, ainda, o mercado de trabalho e desintegra os trabalhadores do caminho do pensamento dialético e crítico. Esse ensino pragmático da Física recrudescer a alienação e deturpa o caráter filosófico e humanístico que essa disciplina deveria ter.

Assim, a concepção dessa Física que só se atém ao formalismo torna-se uma dissociação entre teoria e prática. O desenvolvimento tecnológico da ciência deve se pautar na concepção de melhoria de vida do ser humano em detrimento de sua aplicação perniciosa. Assim

Entendemos que o foco do problema não está na inexorabilidade do progresso tecnológico, mas sim na orientação e determinação de prioridades que os governos dos mais diferentes países do mundo têm formulado para a tecnologia. Esta não pode ser direcionada para servir de base para promoção dos interesses de poucos. A sua ênfase deve convergir para a promoção humana, expressa em termos da qualidade de vida (COLOMBO; BAZZO, 2011, s. p.).

O caráter meramente prático de aplicação da Física, as fórmulas prontas e acabadas que os estudantes acabam decorando na maioria das escolas, sem entendê-las, repercute de forma desastrosa em seres humanos, escravizando-os, tornando-os alienados, e moldados segundo as ideologias opressoras do capital.

[...] “em tempos de guerra, a ciência aplicada tem dado aos homens os meios para envenenar e mutilar uns aos outros. Em tempo de paz, a ciência tem tornado nossas vidas apressadas e inseguras. Em vez de nos libertar de grande parte do trabalho monótono que tem de ser feito, ela tem escravizado os homens às máquinas; os homens que despendem longas e cansativas horas em seu trabalho, sem nenhuma alegria e com medo contínuo de perder sua renda miserável” (MÉSZÁROS, 2004, p. 281).

A fragmentação da ciência em detrimento da sua crítica filosófica contribui de forma implícita na formação dos estudantes que serão no futuro tão próximo o

operário escravizado pelo sistema capitalista. O progresso da humanidade só pode seguir através da miséria humana, ou existe a possibilidade de inferir no sistema educacional para uma Física mais humanística?

Einstein em sua palestra aos estudantes do Instituto de Tecnologia da Califórnia, realizada em 16 de fevereiro de 1931, criticou a ciência aplicada pela maneira como ela realmente contribui para a miséria humana, em vez de utilizar seu grande potencial positivo, inferindo que o que deve ser combatido é a inserção social escravizante da ciência aplicada e a consequente insegurança da existência dos trabalhadores (MÉSZÁROS, 2004).

O trabalho com uma Física reflexiva, crítica e dialética impede que a sua aplicação seja para dizimar e escravizar a população pela busca incessante do poder em detrimento da sua aplicação pacífica nos seus diversos ramos estudados. “Hessen relaciona as áreas da Física que se desenvolveram nos anos 1600, com as necessidades econômicas e sociais, incluindo as militares, se é que podemos eticamente considerar estas últimas necessárias” (Rosa, 2005, s. p.).

Assim, na atualidade questiona-se por que as universidades não adotam currículos mais humanísticos nos cursos de “exatas”. A quem na verdade o ensino atende? Mézáros (2008, p.17) elucida e questiona para que serve o sistema educacional; mais ainda, quando público, se não for para lutar contra a alienação.

A Física que deveria ter um papel emancipador, capaz de mudar a realidade crítica a qual se encontra a esmagadora massa de seres humanos acaba corroborando para produções nada humanistas. Um ensino de Física dialético e crítico torna-se a base inexorável de luta contra a alienação, porém isso contraria a ideologia da classe alta, especificamente do complexo militar industrial.

A proposta de um ensino de Física dialético e crítico transformam o ser humano em um agente capaz de interagir positivamente para entender as leis que regem a natureza e em contrapartida essa poderá repercutir de forma plausível no comportamento do homem e na atividade humanística à qual a ciência deve estar concatenada e alicerçada. Dessa forma a atitude irracional com a qual o ser humano interage com a natureza faz com que as novas tecnologias sejam egregiamente utilizadas para os efeitos destrutivos que leva à derrocada não somente da humanidade, mas também a favor de espécies animais e vegetais do planeta.

As potencialidades geradas com os recursos tecnológicos desvendaram um novo problema, quando apareceram os efeitos sobre o ambiente da vida, ameaçando espécies animais e vegetais, além dos efeitos climáticos. Embora fossem locais, muito rapidamente atingiram todo o planeta (HAMMES, 2006, p. 68).

É por esses motivos supracitados que todos os sujeitos constituintes da sociedade devem se preocupar com o rumo das pesquisas científicas, não ficando essa responsabilidade somente para os governos e cientistas. Isso porque o estado catatônico das pessoas frente às decisões políticas referentes aos investimentos tecnológicos interfere categoricamente no rumo da história da ciência, engendrando efeitos colaterais sobre toda a humanidade.

Quais são os efeitos colaterais de uma determinada pesquisa ou tecnologia? Em terceiro lugar, saber, se as implicações e riscos podem ser assumidos pelos responsáveis ou se atingem outros sujeitos. Em quarto lugar, avaliar o quanto a humanidade pode arriscar de si mesma. Em todas essas questões, supõe-se a intenção construtiva da ciência e tecnologia (HAMMES, 2006, p. 68).

A práxis científica deve aluir o pragmatismo no ensino da Física para que o ser humano, ideologicamente racional, transforme a natureza e o meio social de forma democrática.

[...] o homem é concebido como sujeito ativo que cria o meio [a natureza age sobre os homens]. Nesse processo dialético, o sujeito do conhecimento não tem um comportamento contemplativo diante da realidade. Pelo contrário, é constantemente estimulado pelo mundo externo e como consequência internaliza [de modo ativo], o conhecimento [conceitos, valores, significados] construído pelos homens ao longo da história (REGO, 2007, p. 101).

Lutar contra o sistema opressor do poderoso complexo militar industrial se faz necessário, por isso se deve inserir no ensino da Física uma educação significativa na qual o aluno possa perceber que a sua formação acadêmica crítica e reflexiva poderá inferir de forma positiva na história da filosofia e da ciência.

A práxis, porém, é reflexão e ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo. Sem ela, é impossível a superação da contradição

opressor-oprimidos. Desta forma, esta superação exige a inserção crítica dos oprimidos na realidade opressora, com que, objetivando-a, simultaneamente atuam sobre ela (FREIRE, 1987, p. 38).

Essa modalidade de ensino deve ser apresentada de forma a dar aos estudantes a oportunidade de refletir sobre as descobertas científicas, bem como a sua aplicação para fins bélicos e ou para melhorar a qualidade de vida das pessoas. E esta necessidade de se repensar o ensino da Física se faz necessária mesmo nos países onde a guerra é considerada prioridade de pesquisa em relação a outros investimentos voltados para o próprio sujeito. Isso se deve ao fato de que o desenvolvimento da ciência desprovido de uma reflexão ética e social pode infundir e petrificar a sua ação perniciososa e destruidora sobre os próprios países que mais investem na tecnologia da guerra.

Os desenvolvimentos científicos e tecnológicos do século XX, junto com a percepção dos efeitos das ações e atitudes coletivas do passado colonialista ou industrial, requeriam a inclusão de novos critérios e novos sujeitos, sob pena de destruir o próprio sujeito. Os inimigos de guerra, ou os povos colonizados, tornavam-se cada vez menos estranhos e cada vez mais próximos. Uma ação contra um inimigo poderia facilmente converter-se em ameaça à própria existência pela extensão do dano causado. Uma arma química ou biológica, além de atingir populações civis de uma nação inimiga, poderia também afetar o próprio agressor (HAMMES, 2006, p. 67).

Para tanto, os objetivos educacionais, especificamente, o ensino da Física, devem adquirir uma aspecto transformador para que possamos identificar além das equações matemáticas o fato de que o desenvolvimento da ciência nem sempre garante a supremacia do desenvolvimento humano. Desta forma

O homem comum, o usuário, deve também saber se é preciso desenvolver ou adotar todas as tecnologias modernas — *antes de apenas moldar-se a elas* — dominadas por outros países mais avançados, dentro de um contexto tão diferenciado. Ele precisa inferir se as necessidades de um povo só serão alcançadas com tecnologias de ponta ou, ainda, se o desenvolvimento tecnológico implica, necessariamente, desenvolvimento humano (BAZZO, 1998, s. p.).

Para suprir estas deficiências no ensino da Física no que tange a respeito do seu caráter meramente prático, há competências relacionadas com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à

utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou que tenham a ver com sua contextualização histórica e social (PCN, 2000, p.62). Portanto, devem-se contextualizar os diversos temas ensinados em sala de aula, abordar a história da Física de forma crítica, refletir sobre as descobertas científicas, para inserir nas diversas profissões do mundo contemporâneo as implicações que estas descobertas têm na vida do profissional do futuro.

O engenheiro, o advogado, o médico, enfim, o cidadão comum precisa saber das implicações que tem o desenvolvimento tecnológico nas mudanças geradas na nossa forma de vida. Precisam desmistificar, no seu cotidiano, a 'pseudo-autoridade' científico-tecnológica de alguns iluminados que por terem tido acesso a uma educação mais apurada, por questão também de oportunidade e não apenas de competência, decidem os destinos de todos os que, como eles, fazem parte de uma sociedade (BAZZO, 1998, s. p.).

A formação do físico mobilizado com as causas sociais se intensifica quando a sua atividade laboral se encontra no caminho de engendrar uma ciência preocupada com a minimização do sofrimento humano. E isto se faz regulamentando e viabilizando o caráter ético nas pesquisas e não subjugada pela força de interesses burgueses.

### **2.3.2 A formação do físico**

*É preciso analisar o que funciona, o que devemos abandonar, o que temos de desaprender, o que é preciso construir de novo ou reconstruir sobre o velho (IMBERNÓM, 2009, p.18).*

Um dos problemas relacionados ao desenvolvimento da Física enquanto ciência humana refere-se aos cursos com disciplinas ligadas à Física ou à própria Física em si com formação meramente técnica. Essa formação tecnicista (preocupada mais com os objetivos práticos que a ciência propõe em detrimento de uma reflexão filosófica crítica do objeto de estudo e baseada no positivismo) favorece e cumpre egregiamente a ideologia do capital. E mesmo sendo o cientista subordinado e domesticado por este sistema de ensino dominante, cabe a ele

também, não somente à sociedade e aos governos, a luta pela ética no que concerne às descobertas em termos de ciência e tecnologia, evitando assim que esse cientista corrobore para a desfaçatez do uso da tecnociência meramente para fins destrutivos.

Apesar de as questões éticas se tornarem cada vez mais prementes no atual estado da investigação científica, o próprio cientista não pode deixar de ponderar os possíveis efeitos de suas descobertas, de tematizar as questões dramáticas que ameaçam sociedades (ZILLES, 2006, p. 161).

A história da humanidade mostra que a ciência teve principalmente no período das grandes guerras um desenvolvimento cognoscível apartado da questão humana, desenvolvimento este voltado exclusivamente pelo acúmulo de capital. Assim, as universidades, quer sejam nos cursos de graduação, quer sejam nos cursos pós-graduação, deveriam ter um ensino globalizador, preocupado em manter a formação do cientista apto a lutar e opugnar-se contra a alienação do poder econômico. Porém, a ideia proposta não é nada fácil, pois “o trabalho docente é mediado por políticas públicas educacionais [...] submetido a normas que regulam todo o processo educacional do país” (Pena, 2010, p.57). Nesse sentido, ainda pode-se observar Alves (2006, p.51), ao afirmar que

Por meio de Leis, Diretrizes, Normas, Parâmetros e Referenciais, o Estado regula o micro e macrocosmo da malha social, moldando a sociedade de acordo com o pensamento neoliberal. A escola é uma dessas instituições na qual sua organização espacial, o regulamento meticuloso que rege a vida dos diversos personagens que aí vivem e se encontram, cada um com uma função, um lugar, com diferentes atividades organizadas de forma a assegurar o aprendizado e a aquisição de aptidões ou de tipos de comportamento, obedecem a normas bem definidas dentro de um conjunto de comunicações reguladas e de uma série de procedimentos que refletem o poder ou tipos de relação de poder permitidos ou desejados pelo Estado.

Concatenado a este mesmo raciocínio Paulo Freire (1997, p.141-142) diz que “ensinar exige reconhecer que a educação é ideológica” e “que essa ideologia tem que ver diretamente com a ocultação da verdade dos fatos, com o uso da linguagem para penumbrar ou opacizar a realidade ao mesmo tempo em que nos torna ‘míopes’ ”. Portanto, não é necessário somente formar cientistas com habilidades e conhecimentos além de sua área técnica específica, é preciso também considerar a

luta pela ética, que, preocupada com as questões humanas, remete às universidades este compromisso.

Em certos países, o legislador pensou que um universitário diplomado não pode ser pura e simplesmente identificado como um puro técnico. Considerou que os universitários, já que a sociedade lhes dará um certo poder, devem também ser capazes de examinar com certo rigor questões que não sejam concernentes à sua técnica específica. Trata-se de uma escolha política e ética, no sentido de que aqueles que a fizeram julgaram que seria irresponsável formar “cientistas” sem lhes dar uma certa formação nesse domínio humano (FOUREZ, 1995, p. 26).

O tecnicismo, baseado no positivismo inculcado explicitamente nos cursos de exatas das universidades, tem e teve implicações e reflexos desumanos na história da ciência, tendo como ápice as descobertas na área da Física nuclear que culminou com a criação da bomba atômica. Assim,

Precisaremos voltar às razões que levam a nossa sociedade a produzir uma classe média de cientistas técnicos, apolíticos, incapazes de enfrentar as significações humanas de suas vidas profissionais e confinando os seus questionamentos éticos a sua vida profissional ou privada. (FOUREZ, 1995, p. 23).

Mas, como quase sempre os currículos e programas de ensino não são abrangentes, nem mesmo no que se refere à área técnica, não conseguem, portanto, oferecer nos cursos de “ciências exatas”, uma relação com os cursos de “ciências humanas”. Dessa forma cabe ao estudante o compromisso social de desenvolver por si mesmo outras habilidades além daquelas que fazem parte do currículo explícito. E esta necessidade de desenvolver outros níveis de conhecimento baseia-se no fato de que

Sem dúvida, também, além do interesse para a sociedade em ter cientistas capazes de refletir, alguns políticos da universidade consideraram que não seria “ético” submeter pessoas jovens ao condicionamento que é uma formação científica sem lhes dar uma espécie de antídoto pelo viés das ciências humanas (FOUREZ, 1995, p. 26).

Além desses parâmetros supracitados existe também a divisão do trabalho nas pesquisas realizadas pelos cientistas. Essa ideologia do capital que deforma a práxis em trabalho alienado é responsável por fragmentar e tornar descartável o

trabalho dos cientistas, que deveriam se preocupar com o futuro da ciência. Porém, grande parte dos cientistas desprovidos de visão crítica e dialética acerca da ilusória ideologia do capital acabou por dedicar grande parte do seu tempo nas pesquisas sem ter a consciência do fim do seu produto.

A principal razão pela qual a “não cooperação e a greve” dos cientistas, defendida por Einstein, jamais teve uma oportunidade de deter o crescente domínio de todos os campos e ramos do conhecimento pelo complexo militar industrial, reside nas condições de produção do conhecimento no âmbito da organização e da divisão capitalistas do trabalho (MÉSZÁROS, 2004, p. 291).

Mészáros cita ainda (2004, p. 291) outros aspectos negativos que serve também como cerne na alienação do cientista no que tange à sua formação meramente técnica, tais como: “a parcialidade e a fragmentação da produção intelectual individual, as diferenças de talento e motivação, assim como uma tendência à competitividade a eles associada”. No mesmo raciocínio Coutinho (2010, p.56) explica que “todos os conteúdos ontológicos da realidade vão sendo paulatinamente subtraídos ao domínio da razão”.

Essa ideologia que subordina a formação de cientistas aos objetivos práticos do complexo militar industrial não é uma realidade somente de agora. Desde há muito, cientistas com visão filosófica mais aguçada, como Albert Einstein, lutam contra os objetivos práticos de uma ciência instrumentalizada pelo e para o capital.

Mais tarde, quando as pressões se tornaram mais fortes por causa da expansão do complexo militar industrial, Einstein protestou em vão contra a iminente “estagnação da ciência” em consequência de sua subordinação aos objetivos práticos dos novos desenvolvimentos (MÉSZÁROS, 2004, p. 288).

Porém, como a maioria dos cientistas contemporâneos de Einstein não estava atenta com a inóvia realidade a que a ciência estava subordinada aos interesses burgueses, os apelos de Einstein, não tiveram significância relativa na comunidade científica. Isso porque a ingenuidade de muitos cientistas ligados irracionalmente ao dogmatismo da ideologia do estado fez com que grande parte dos pesquisadores fizesse concessão com o sistema patrocinado pelo complexo militar industrial.

A tragédia é que a transformação da ciência num ofício de “técnicos engenhosos” não é um problema marginal, e sim que afeta, em sua totalidade, o desenvolvimento contemporâneo do conhecimento. É por esta razão que os Teller deste mundo são preferidos aos Einstein e aos Oppenheimer, que devem terminar suas carreiras intelectuais, por maior que seja sua estatura, como personagens desesperadamente isolados e até perseguidos (MÉSZÁROS, 2004, p. 289).

Assim, Einstein, tornou-se um exemplo de cientista sensibilizado e preocupado com o avanço da ciência que era alimentada através de financiamentos sintonizados com os efeitos destrutivos.

E é também por esta razão que a produção do conhecimento como um todo é reconstituída em torno dos “técnicos engenhosos” que são proclamados grandes cientistas em virtude de sua total disposição para defender os interesses destrutivos e, em última instância, auto-destrutivos do complexo militar industrial. (MÉSZÁROS, 2004, p. 289).

A grande Ciência apartada da realidade humana se consolidou de forma engenhosa através de doutoramentos adaptados aos objetivos práticos e perniciosos inerentes ao acúmulo do capital levando ao declínio da ciência, conforme se pode observar na fala de Mészáros (2004, p. 289), comentando sobre os cursos de doutorado:

Cada vez mais candidatos ao doutorado recebem uma formação meramente técnica, [...] não são iniciados na tradição científica, na tradição crítica do questionamento, de serem tentados e guiados mais pelos grandes enigmas aparentemente insolúveis do que pela solubilidade de pequenos quebra cabeças. É verdade que estes técnicos, estes especialistas, estão geralmente conscientes de suas limitações. Denominam-se especialistas e não reivindicam qualquer autoridade fora de suas especialidades. [...] Isto, porém, equivale a negar os fatos, que mostram que os grandes avanços ainda vêm daqueles com uma larga variedade de interesses.

Assim o conhecimento científico acumulado ao longo da história da humanidade tornou-se subordinado à ideologia massacrante do complexo militar industrial, alicerçado na ciência aplicada que carece de uma visão filosófica e crítica

daquilo que se descobre e se desenvolve nos laboratórios e centros de pesquisa patrocinados pelo estado.

O problema é que a voz dominante atual – a “comunidade dos negócios” do complexo militar industrial – é grande demais e vai se ampliando indefinidamente, subordinando o desenvolvimento da ciência aos imperativos reificados de seu próprio crescimento canceroso. (MÉSZÁROS, 2004, p. 291).

Essa subordinação da ciência às particularidades do complexo militar industrial recrudescer o trabalho dos cientistas com financiamentos que satisfazem os interesses do estado dominante. Dessa forma o cientista (aquele que faz concessão com o sistema capitalista/opressor) torna-se, via de regra, objeto de alienação científica. Essa é a particularidade que se vê nas pesquisas realizadas pelos cientistas enquanto pesquisadores mitigados, subordinados e reprimidos por ideologias burguesas governamentais. E é nesse raciocínio que Zilles (2006, p. 162), diz que “Os consumidores das conquistas, dos métodos e das teorias científicas escolhem seus produtos de acordo com seus próprios interesses”.

Assim a pesquisa científica caminha dentro do contexto histórico de cada povo ou nação, tendo como cerne as necessidades políticas e sociais. Portanto, tem que se tomar em conta que o cientista é fruto do seu tempo, pois os interesses particulares das classes dominantes por aumentar suas riquezas por meio de investimentos voltados à pesquisa bélica são grandes demais.

A bomba atômica, por exemplo, teve altos investimentos no período da Segunda Guerra Mundial, assim como houve também investimentos incalculáveis no ramo da automobilística, aviação entre outras. E toda essa miríade financeira voltada à produção de novos armamentos bélicos se petrifica por plasmar o acúmulo de poder não tendo em contrapartida nenhum caráter humanista. Esse fato prova que a atividade laboral do cientista depende dos interesses sócio-econômicos da época em que ele vive.

O pensamento, bem como a sensibilidade humana e as opiniões de Einstein acerca do mundo material, por exemplo, eram, via de regra, delineados pelo militarismo e nazismo na Alemanha. Tal premissa se aplica também a outros cientistas que tiveram seus trabalhos e pesquisas baseados na expectativa sócio-econômica de cada época.

[...] as atividades de Newton são relacionadas ao desenvolvimento da propriedade privada que caracterizou sua época, em que emergiam o capital mercantil e a manufatura enquanto se desintegrava o feudalismo. Hessen relaciona as áreas da Física que se desenvolveram nos anos 1600, com as necessidades econômicas e sociais, incluindo as militares (ROSA, 2005, s. p.).

Isso prova que os benefícios das ciências e os privilégios de algumas pesquisas em detrimento de outras estão alicerçados no interesse mercadológico vinculado aos interesses da elite e da época em que vive o cientista. E é justamente por este motivo que alguns pesquisadores foram perseguidos, presos e até mesmo queimados vivos na fogueira ao se rebelarem contra as ideologias dominantes burguesas. E é por essas razões também que a formação dos físicos depende do momento sócio-histórico.

É ilusão imaginar que o cientista esteja imune a influências do seu contexto social. [...] Por exemplo, foi desastrosa a interferência dos valores religiosos da Inquisição que obrigou Galileu ao silêncio, bem como dos valores políticos ideológicos do Estado soviético que, na década de 1930, acusava a Biologia mendeliana de possuir “características idealistas” e condenava os cientistas que a seguiam (ARANHA; MARTINS, 2003, p. 160).

A Física nuclear é um exemplo prático que denota o interesse no período da Segunda Guerra Mundial e, no pós-guerra, nações capitalistas dominantes engendraram investimentos para fins bélicos.

[...] no século XX, nas duas guerras mundiais, o poder de destruição cresceu exponencialmente pela aplicação da ciência e da tecnologia aos armamentos, culminando na segunda guerra com as bombas de Hiroshima e Nagasaki, um mal legado da ciência para a humanidade (ROSA, 2005, s. p.).

Assim a responsabilidade social do cientista enquanto pesquisador humanista, deve inexoravelmente opugnar a exasperação de políticas neoliberais que interfere na sua formação crítica, dando a ele a condição de examinar os resultados do seu conhecimento e de sua atividade laboral. Dessa forma será ele, o cientista, capaz de perceber que a ciência mesmo sendo *a priori* expressão de

racionalidade que essa não é neutra, mas chafurdada em interesses políticos baseado na luta, no que concerne ao acúmulo do poder, gerando assim atitudes irracionais contra o próprio ser humano.

[...] é preciso que o futuro cientista tenha condições de examinar os pressupostos desse conhecimento e de sua atividade. [...] A ciência e a tecnologia, mesmo que sejam expressões de racionalidade, podem produzir contraditoriamente efeitos irracionais, perversos, já que a razão pode ser posta a serviço da destruição da natureza, da alienação humana, da dominação ou do desprezo pelo sofrimento de grande parte da população (ARANHA; MARTINS, 2003, p. 161).

Para mudar os rumos da ciência que possui consequências nada humanistas a educação não mecanizada deveria ser uma realidade contida na grade curricular dos cursos de graduação e pós-graduação, que se situam sob o ramo da Física, com fundamentos críticos e filosóficos. Agindo dessa forma, esses cursos possibilitariam aos pesquisadores aguçar a sua capacidade de análise, concebendo o desenvolvimento da ciência, que é usada para dizimar e matar pessoas não mais como uma fatalidade na história da humanidade, mas sim algo que pode e deve ser evitado através da luta pela ética universal. Freire (1997, p. 147) diz que “como se vê, esta é uma questão ética e política e não tecnológica”.

O detalhe que se aponta aqui não é o de tolher o trabalho dos cientistas frente ao avanço da ciência e sim, de heurísticamente, investir o capital que é usado pelo complexo militar industrial em prol da melhoria de qualidade de vida dos seres humanos. O exímio trabalho dos cientistas pode servir para humanizar sob a égide de uma educação socialista, democrática e não mecanizada.

Não se trata, acrescentemos, de inibir a pesquisa e frear os avanços, mas de pô-los a serviço dos seres humanos. A aplicação de avanços tecnológicos com o sacrifício de milhares de pessoas é um exemplo a mais de quanto podemos ser transgressores da ética universal do ser humano e o fazemos em favor de uma ética pequena, a do mercado, a do lucro (FREIRE, 1997, p. 148).

Quando se trata de questões que envolvem ciência e ética, o papel dos cientistas nesses domínios envolve reflexão filosófica urgente e necessária, ao passo que interagindo dialeticamente com o objeto equivale estabelecer a quebra de

todo o dogmatismo incrustado nas descobertas científicas, sem perder a formação técnica concernente ao físico.

Parece-me normal, portanto, que uma reflexão filosófica não assuma, na formação prática de um cientista, um lugar exagerado. Assim mesmo, julgo importante que aqueles que recebem uma formação em ciência não se tornem seres “unidimensionais”, incapazes de ver algo mais além de sua prática técnica (FOUREZ, 1995, P. 22).

Essa visão filosófica que se aponta aqui como urgente e necessária na formação do físico torna-o capaz de interferir no rumo das pesquisas, engendrando e criticando de forma ética a sua atividade laboral. E dessa forma poderá ele lutar e opugnar-se contra os dogmas impostos pelo estado capitalista que vê de forma dogmática as pesquisas científicas como sendo a base de novas conquistas e aumento de poder.

A história das ciências mostra que os cientistas são seres humanos capazes tanto de grande engajamento político quando de fanatismos. Entretanto a institucionalização de uma ordem moral imposta de fora, com controles correspondentes, certamente também seria problemática, como o demonstrou o passado. Se o pesquisador sempre devesse esclarecer previamente se o que se faz é bom ou mau seria submetido à pressão permanente de legitimar sua atividade profissional (ZILLES, 2006, p. 159).

É bastante notório o fato de que o sistema de ensino característico de cada época interfere na visão política e sócio-econômica de cada nação, tendo como cerne a eficiência e aumento nas relações de produção. Esta ideologia dominante espalha-se para o mundo científico, alienando a sociedade e até mesmo os próprios cientistas, outorgando a eles o papel de exercer o seu labor na multiplicidade de investimentos que satisfazem o poder unificador da elite levando à derrocada do proletariado que sofre com a exploração capitalista. Althusser (1985, p. 31) alude esse fato ao dizer que “existe, em cada época, um aparelho ideológico de Estado dominante; o aparelho ideológico dominante nas formações capitalistas maduras é o aparelho ideológico escolar”.

Para a formação do físico é preciso considerar a Física como ciência humana porque “Se a maioria, os especialistas, vencer, será o fim da ciência tal como a conhecemos - da grande ciência. Será uma catástrofe espiritual comparável, em suas conseqüências, ao armamento nuclear” (MÉSZÁROS, 2004, p.289). E isso só

se faz possível dentro do cenário educacional considerando formação do docente progressista que trabalha na construção da identidade do físico, na reformulação dos currículos, na conscientização do papel de cada cientista dentro do contexto social.

### **3 RELATO DE EXPERIÊNCIA**

*[...] a resolução dos problemas que a prática educativa coloca exige o uso de alguns referenciais que permitam interrogá-la, ao mesmo tempo que proporcionem os parâmetros para as decisões que devam ser tomadas (ZABALA, 1998, p. 9).*

O presente trabalho é fruto de um relato de experiência, no qual se insere o saber empírico, da experiência como professor e pesquisador. Objetiva-se uma abordagem da realidade, estabelecendo uma interação entre os alunos, sujeitos envolvidos, e os autores considerados como norte teórico. Através dessa abordagem, constrói-se uma sequência didática a fim de promover alterações no contexto social no qual a pesquisa se insere.

#### **3.1 Proposta metodológica**

A experiência vivenciada no Ensino da Física numa Faculdade particular de uma cidade no interior de Minas Gerais serviu como ponto de partida para este trabalho. Inicialmente foi aplicado para os alunos do curso de Engenharia um questionário com questões objetivas e subjetivas. Dessa forma eles puderam expor suas opiniões sobre o como enxergavam a Física, e assim, esse resultado permitiu uma leitura do conhecimento prévio dos alunos.

#### **3. 2 A aplicação do questionário enquanto pré-teste e pós-teste**

A fundamentação teórica desse trabalho foi de extrema importância para a formulação das questões do pré-teste que antecedeu à aplicação e realização da Sequência Didática. Através da leitura de livros sobre os temas propostos na fundamentação teórica foi possível formular e responder questões do tipo: Se os

produtos criados pela Física dependem de decisões políticas, encabeçados pelo sistema capitalista, pode-se concluir então que a Física é uma ciência humana?

Mas o grande desafio pauta-se na questão sobre como discutir com os alunos, que sempre tiveram acesso a um ensino de Física baseado no positivismo, com mera aplicação de fórmulas matemáticas na resolução de exercícios, o posicionamento de um ensino que mostre a aplicabilidade dessa ciência. E Como formular questões que mostre ao aluno que todo esse conhecimento acumulado na história da humanidade teve como premissa a alienação humana?

Foi pensando nessas situações que o pré-teste serviu como alicerce para traçar o perfil dos alunos e, após a análise dos dados coletados, elaborar a Sequência Didática, facilitando assim a escolha dos temas propostos nas unidades. É nesse sentido que Zabala (1998, p.17), afirma que “a intervenção pedagógica tem um antes e um depois que constituem as peças substanciais em toda prática educacional”. Sendo assim, a partir do momento que o professor conhece as dúvidas dos alunos e suas aspirações, considerando ainda a concepção de ensino que quer transmitir, fica mais fácil planejar e executar a aula.

As questões escolhidas para a pesquisa eram em sua maioria discursivas, uma vez que, dessa forma ficou mais fácil ater-se aos detalhes particulares dos alunos em relação à visão que eles tinham da Física. Essa modalidade de questões favorece respostas mais precisas sobre o conhecimento prévio dos alunos vislumbrando habilidades de argumentação, além de tolher e evitar respostas prontas e acabadas por parte dos alunos.

O questionário aplicado aos alunos visa, inicialmente, conhecer a história do estudante em relação ao estudo da Física, buscando saber quais as habilidades desenvolvidas em relação ao conhecimento físico ao qual o aluno teve acesso em sua vida escolar. As perguntas foram ordenadas com o objetivo de delinear a partir das respostas se a Física à qual o aluno teve acesso possui caráter positivista ou não, se era mais centrada em cálculos matemáticos ou em teorias, se tinha aplicabilidade no cotidiano ou não.

Num segundo momento buscou-se saber se a Física é uma ciência meramente direcionada a cálculos e uso de equações matemáticas ou se esta é uma ciência humana, cujo desenvolvimento está subjugado a interesses políticos e disputas de poder.

Apresenta-se no quadro 01 o modelo de questionário aplicado, sendo que este serviu de pré-teste e pós-teste, visto que as mesmas questões foram aplicadas após a realização de todas as atividades propostas na sequência didática, possibilitando obter dados para uma análise crítica da aplicação da sequência didática. Assim, através da comparação das respostas dos alunos no pré-teste e no pós-teste, o professor terá os subsídios necessários para inferir o quanto os alunos desenvolveram os conceitos esperados diante da aplicação e execução das unidades didáticas. Esta etapa comparativa do pré-teste e do pós-teste é um momento de reflexão filosófica do educador enquanto profissional comprometido com o Ensino da Física, e serviu de parâmetro para redimensionar a prática pedagógica tanto do ponto de vista do professor em sala de aula, quanto do viés do pesquisador.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa realizada no Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática com Ênfase em Ensino de Física e objetiva verificar o avanço da Física frente ao fator social guerra, analisando a relação humanística nessa ciência, cujos pesquisadores são o Professor Elismar Cândido da Silva e a Professora Doutora Lídia Maria Luz Paixão Ribeiro de Oliveira.

Neste viés, estruturou-se esta pesquisa cujo objetivo é subsidiar as teorias estudadas até então. Para tanto, solicitamos a participação de você, aluno do curso de Engenharia Civil. Esclarecemos que os dados coletados nesse trabalho serão utilizados respeitando a identidade do sujeito da pesquisa.

## O DESENVOLVIMENTO DA FÍSICA

### 1- Identificação:

1. Idade: \_\_\_\_\_ anos

### 2- Da sua formação:

1. a- Qual foi o primeiro momento da sua vida estudantil em que você se deparou com o estudo da Física?

b- A sua formação no ensino médio é:

( ) científico      ( ) curso profissionalizante      ( ) outro \_\_\_\_\_

2. Você se lembra de alguns conteúdos que você estudou relacionado à Física? Se sim, quais conteúdos?

3. Os conteúdos de Física estudados por você eram centrados em:

- a) Cálculos matemáticos
- b) Teorias
- c) Cálculos e teorias

Comente sua resposta:

4. Quanto à aplicabilidade prática no seu dia a dia dos conteúdos estudados por você na Física, você analisa:

- a) Pouca aplicabilidade
- b) Nenhuma aplicabilidade
- c) Muita aplicabilidade

Comente sua resposta:

4. Considerando sua vida estudantil, a Física é uma ciência direcionada a cálculos e equações matemáticas ou esta é uma ciência direcionada ao desenvolvimento do caráter humanístico da sociedade? Comente sua

resposta.

### **3- Da Física e o desenvolvimento:**

1. Quanto à aplicabilidade da Física, considerando a sociedade, enumere:
  - a- itens desenvolvidos para fins pacíficos.
  - b- itens desenvolvidos para fins destrutivos.
  
2. Ao considerar os fins da aplicabilidade da Física:
  - a- A quem você responsabiliza pelo uso indevido da Física, ou seja, utilizada para fins destrutivos?
    - a) Os governos
    - b) Os cientistas
    - c) Os governos e os cientistas
    - d) A população em geral
  - b- A quem você responsabiliza pelo uso da Física para fins pacíficos?
    - e) Os governos
    - f) Os cientistas
    - g) Os governos e os cientistas
    - h) A população em geral
  
3. Como você considera o uso do conhecimento físico: é mais usado para fins pacíficos ou para fins destrutivos? Por quê?
  
4. Você considera que o desenvolvimento e as descobertas da Física acontecem considerando as necessidades humanitárias da sociedade? Justifique sua resposta.

**Quadro 01: Questionário aplicado aos alunos no pré-teste e pós-teste**  
**Fonte: Elaborado pelos autores**

### **3.3 Caracterização dos sujeitos**

A pesquisa foi desenvolvida com 10 alunos de uma turma do terceiro período do curso de Engenharia Civil. A turma pesquisada, caracterizada enquanto identidade é bem heterogênea em relação à idade, sendo que o aluno mais novo tinha apenas 19 anos e o mais velho tinha 43 anos.

Já o nível de aprendizagem era relativamente homogêneo. A maioria apresenta dificuldade de aprendizagem devido ao fato de que além de estudar, tinha

que cumprir a carga horária de trabalho de 8 horas diárias (além de horas extras) em empresas da região. Alguns deles faltavam em algumas aulas pelo trabalho em horários variados. Outros devido ao cansaço de terem trabalhado à noite, chegavam à aula (ministrada no turno matutino) com sono e acabava dormindo durante quase todo o período da aula. Por outro lado, mesmo com essas dificuldades supracitadas, o trabalho realizado com a turma trouxe resultados favoráveis, devido ao pequeno número de alunos que compunha a turma (10 alunos). Isso facilitou a interação dos alunos entre si e do professor com a turma.

O questionário aplicado foi engendrado de tal forma buscando a capacidade de obter dados da turma quanto à formação. Assim, a turma em questão que fez parte do processo de estudo de caso dessa dissertação era:

- uma turma heterogênea quanto à idade, variando de 19 a 43 anos;
- 50% dos alunos tiveram acesso ao ensino da Física somente no Ensino Médio, 40% deles no Ensino Fundamental e 10% no Ensino Superior;
- 70% dos alunos concluíram a Educação Básica com o ensino científico, 20% profissionalizante e 10% não responderam qual curso fez no ensino médio.

Além da formação dos alunos preocupou-se também obter dados referentes à caracterização dessa turma quanto à aplicabilidade da Física dentro do contexto social, conforme exposto no quadro 02, a seguir. Assim, é relevante analisar os dados coletados no pré-teste, para engendrar a aplicação e execução da sequência didática.

<b>Questão</b>	<b>Pré-teste</b>
Os conteúdos de Física estudados por você eram centrados em:	10% em apenas cálculos matemáticos; 10% em apenas teorias e 80% em cálculos e teorias.
Quanto à aplicabilidade prática no seu dia a dia dos conteúdos estudados por você na Física, você analisa:	60% pouca aplicabilidade; 10% nenhuma aplicabilidade e 30% muita aplicabilidade.
A quem você responsabiliza pelo uso indevido da Física, ou seja, utilizada para fins destrutivos?	50% os governos, 10% os cientistas, 40% os governos e os cientistas e 0% a população em geral.
A quem você responsabiliza pelo uso da Física para fins pacíficos?	0% os governos, 40% os cientistas, 40% os governos e os cientistas e 20% a população em geral.

**Quadro 02: Questões fechadas e resposta no pré-teste**  
**Fonte: Questionário dos alunos**

Fizeram parte também do questionário algumas questões discursivas, nas quais os alunos puderam expor as suas opiniões sobre a aplicabilidade da Física frente ao contexto social. Seguem-se no quadro 03 alguns comentários feitos pelos alunos no pré-teste.

Questão	Comentários Pré-teste
Considerando sua vida estudantil, a Física é uma ciência direcionada a cálculos e equações matemáticas ou esta é uma ciência direcionada ao desenvolvimento do caráter humanístico da sociedade? Comente sua resposta.	“Direcionada a cálculos [...] os estudos provam isso”. “A Física é uma ciência direcionada ao desenvolvimento com os cálculos [...]”.
Como você considera o uso do conhecimento físico: é mais usado para fins pacíficos ou para fins destrutivos? Por quê?	“A Física é usada mais para fins pacíficos [...]”.
Você considera que o desenvolvimento e as descobertas da Física acontecem considerando as necessidades humanitárias da sociedade? Justifique sua resposta	“Às vezes sim, quando a descoberta é para beneficiar a todos”. “Sim, as descobertas acontecem com as necessidades de produção de equipamentos para melhorar a qualidade de vida”.

**Quadro 03: Questões discursivas e respostas no pré-teste**  
Fonte: Questionário dos alunos

A partir das informações coletadas e colocadas no quadro 03, foi possível então pensar na estrutura ideológica de uma sequência didática que pudesse mudar a realidade contextual da Física (baseada no positivismo) que a maioria dos alunos explicitou no pré-teste.

### 3.4 Criação de uma Sequência Didática

A aplicação de um questionário aos alunos caracterizados acima confirmou as questões colocadas acerca da aplicabilidade da Física enquanto objeto social no

contexto das salas de aula. Apresentou a visão de realidade do mundo da Física enquanto disciplina de equações sem o mero entendimento das mesmas, apartada das questões sociais que as envolveram no decorrer da vida da sociedade.

E para desmistificar essa Física meramente quantitativa, decidimos tentar mudar o pensamento (visão ou perspectiva) dos alunos sujeitos desse estudo de caso além de subsidiar o trabalho de professores de Física, tendo como tema central A Energia Nuclear e Suas Aplicações.

A caracterização desse trabalho supracitado teve como referencial teórico o *materialismo histórico*<sup>19</sup> -Marx (2004), Mészáros (2004), Antunes (2009) e outros- e em relação à Sequência Didática nos fundamentamos em Zabala (1998), que nos forneceu os subsídios necessários para a construção e formatação dela.

O produto dessa dissertação com enfoque maior ao uso e aplicação da energia nuclear deve-se ao fato de que esta modalidade de energia se desenvolveu através da dicotomia entre seu uso para fins pacíficos e por outro, mais ainda, quanto aos interesses militares. Nesse sentido, Tennenbaum (2009, p. 28) esclarece que “o desenvolvimento da energia nuclear foi canalizado em direções relativamente estreitas, dominadas pela criação de arsenais nucleares, no campo militar [...]”.

Portanto, a escolha desse tema deve-se ao fato de que o desenvolvimento da Energia Nuclear serviu de protótipo para outras pesquisas e novas invenções que foram utilizadas para aumentar o poderio dos países beligerantes através de sua aplicação para fins destrutivos e que mais tarde teve aplicações pacíficas, como por exemplo, a geração de energia em reatores atômicos. Porém, não significa dizer que descobertas em áreas como automobilística, navegações, aviação e tecnologias computacionais não tenham importância nesse estudo. O detalhe é que essas tecnologias avançaram lado a lado com o desenvolvimento da energia nuclear enquanto fonte de interesse maior do complexo militar industrial.

Tendo escolhido o tema central da Sequência Didática partiu-se para as etapas metodológicas que nortearam uma sequência de assuntos distribuídos em unidades didáticas a serem trabalhadas pelo professor regente. As estratégias de

---

<sup>19</sup> O *materialismo histórico* afirma o primado causal do modo de produção dos homens (e das mulheres) e de reprodução de seu ser natural (físico), ou, de um modo mais geral, do processo de trabalho no desenvolvimento da história humana (BOTTOMORE, 2001, p. 255).

ensino citadas neste trabalho aparecem alinhadas obedecendo à cadência lógica de conteúdos baseados na grade curricular da Faculdade, podendo essa ser alterada de acordo com as necessidades que o professor achar conveniente, obedecendo à grade curricular de cada instituição de ensino superior ou escola secundária.

As Sequências Didáticas são criadas atendendo a objetivos específicos. No caso desta, a principal estratégia é trabalhar o assunto proposto pelo programa da escola, sem perder de vista o cumprimento desse e de forma a abrir a oportunidade de o aluno vislumbrar o ensino de uma Física contextualizada. Dessa forma, pretendeu-se então não deixar de cumprir o programa proposto pela instituição de ensino, mas aproveitar esse enfoque norteador para instigar o aluno a desenvolver o espírito ético e crítico-democrático, vislumbrando uma Física com aplicabilidade humanística. A partir dessa premissa, instigar o aluno a entender e analisar a relação entre desenvolvimento da ciência e poder.

### **3.5. Escolha das metodologias e recursos didáticos para a Sequência Didática**

Para a confecção da sequência didática utilizou-se métodos como a exposição dialogada, o trabalho em equipe, o debate ligado intimamente à discussão de ideias. Os conteúdos foram delineados de forma a conectar-se à realidade da turma, obedecendo à cadência espacial, temporal e social dos alunos. Eles foram amarrados a situações reais para promover um ensino menos compartimentado e apresentar o estudo da Física como uma abordagem necessária na vida, uma vez que ela está inserida em nosso cotidiano.

Entender a intervenção pedagógica exige situar-se num modelo em que a aula se configura como um microssistema definido por determinados espaços, uma organização social, certas relações interativas, uma forma de distribuir o tempo, um determinado uso de recursos didáticos, etc, onde os processos educacionais se explicam como elementos estreitamente integrados neste sistema. Assim, pois, o que acontece na aula só pode ser examinado na própria interação de todos os elementos que nela intervém (ZABALA, 1998, p.17).

Especificamente a escolha metodológica e os recursos didáticos delineados na sequência didática apresentada no anexo desta dissertação têm como premissa mostrar ao aluno que todo o conhecimento acumulado pela sociedade no decorrer da história está ligado a fatores de dominação ou libertação ideológica. E que tendo conhecimento da ideologia dominante que está à frente do conhecimento científico é possível interferir de forma ética nas novas descobertas dos diversos produtos criados pela Física.

### **3.5.1 Uso de filmes**

O uso de filmes em sala de aula é uma ferramenta eficaz para uma aprendizagem emancipadora, pois se trata de um recurso que permite ao professor sair da rotina e limitações da aula expositiva. Dependendo do filme escolhido, auxilia o professor na exposição do conteúdo, quer seja pela informação, quer seja pela estrutura do caso.

Para isso é necessário que o professor faça um planejamento prévio indicando com clareza os objetivos concernentes ao filme, além de estabelecer com os alunos a singularidade e ligação mútua do filme com os conteúdos abordados no planejamento de ensino. Deve-se destacar também antes, durante e após a apresentação da película os elementos principais que nortearão as críticas e discussões dentro do tema abordado. Assim, mesmo para o aluno de curso superior, o uso de filmes em sala de aula torna as aulas dinâmicas e atraentes, servindo como fator de motivação para os estudantes.

### **3.5.2 Uso de textos e imagens do mundo científico e jornalístico**

Os textos científicos são constituídos de conteúdos factuais e conceituais. Por meio desses textos, acompanhados de uma orientação com uma reflexão dialética

de fatos e conceitos, é possível desmembrar e desvincular o aluno do senso comum inserindo-o assim no universo científico.

A leitura de artigos de divulgação científica aprofunda as discussões dos assuntos que fazem parte do currículo e dos conteúdos trabalhados em sala de aula, desperta o interesse por temas novos abordados na comunidade científica, além de incentivar o hábito de leitura, melhorando assim a produção textual dos alunos.

O hábito de leitura favorece a interpretação crítica de fatos do cotidiano melhorando assim a visão política/crítica do estudante, tornando-o um cidadão ético, com vontade e capacidade de lutar por uma sociedade mais humana, democrática, igualitária e sem preconceitos.

Para falar em Educação como instrumento de ação reflexiva é preciso falar da importância da leitura na Educação. Importante porque a leitura como instrumento proporciona melhoria da condição social e humana (Souza, p. 5).

Ao mesmo tempo em que o professor trabalha o hábito de leitura, precisa também trabalhar a leitura das imagens que agregam valor ao texto por causarem impacto visual, reforçando as conexões cerebrais e permitindo uma aprendizagem significativa.

As imagens não são neutras, e seu emprego nos produtos audiovisuais e impressos não é ingênuo, não corresponde apenas ao desejo de tornar mais claros os pontos de vista apresentados, sequer atende exclusivamente a necessidades complementares ao texto escrito e ao favorecimento do acesso ao conhecimento científico ou à compreensão do mundo natural. Imagens são poderosas para reforçar uma determinada ordem que busca conformar os seres vivos a um padrão explicativo pré-existente (GUIDO, BRUZZO, 2008, s.p.).

Por isso, não se pode deixar de apontar e analisar o impacto ideológico que as imagens causam no processo ensino aprendizagem complementando a compreensão da linguagem de um texto científico.

### **3.5.3 Escolha por atividades que promovam a participação do aluno**

O uso de debates fortalece a visão crítica do aluno, pois ao debater um determinado tema é necessário ter um estudo prévio e/ou preparação preliminar para que os debatedores não sejam refutados pelos concorrentes por terem argumentos pífios e inócuos.

As atividades de debate, além de favorecer ao estudante uma aprendizagem prévia, garantem também a oportunidade de aprender com o outro, através da troca de experiências. Esse tipo de atividade é um ótimo instrumento de avaliação para o professor, pois com o debate e através dos argumentos e da exposição de ideias, o professor terá dados concretos de como está o grau de aprendizagem dos alunos diante do tema trabalhado em sala de aula.

As atividades que promovem a participação do aluno descentralizam a figura do professor enquanto detentor e único dono do conhecimento, fazendo do aluno um protagonista na busca de seu próprio conhecimento, outorgando a ele parte da responsabilidade de sua formação ética e moral. Isso garante que as novas gerações sejam menos acrílicas e conseqüentemente menos alienadas às perspicácias do sistema capitalista opressor. É nesse sentido que, Freire (1997, p.66), defende que “o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder aos outros”.

Diante das atividades de debate, o professor pode e deve fazer intervenções quando julgar necessário. Isso se faz necessário quando o nível das discussões durante o debate desloca-se do mundo científico para o mundo empírico e quando os argumentos dos alunos tornam-se distantes do tema trabalhado em sala de aula.

Qualquer ser humano, com o auxílio de mediação, seja de um adulto, seja de outra pessoa um pouco mais experiente, consegue transformar sua experiência social em aprendizado. É disso que a ZDP<sup>20</sup> fala. Essa mediação pode ser fundamental para que essa aprendizagem ocorra. E o melhor disso tudo é que o indivíduo se apropria do que foi aprendido e o transforma em desenvolvimento real (SILVA, 2009, s. p.).

Assim, o debate incrementa, motiva e aumenta o nível de argumentação dos alunos, transformando-os em seres sociais, capazes de interagir de forma crítica e mais humana com a natureza.

---

<sup>20</sup> Zona de Desenvolvimento Proximal, termo cunhado pelo psicólogo Russo Vigotski.

## 4 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

*Se realizarmos uma análise destas sequências buscando os elementos que as compõem, nos daremos conta de que são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p. 18).*

A sequência didática é um conjunto de procedimentos metodológicos que amplia e melhora a prática educativa, por meio de uma relação ordenada de conteúdos com diferentes estruturas e métodos de ensino.

Sendo assim, pode-se notar que um mesmo conteúdo a ser ensinado, pode gerar resultados diferentes quando se refere à sua ordem cronológica. Além disso, esse mesmo conteúdo quando trabalhado de forma individual, em grupo, uma leitura, um debate ou trabalho de campo, pode assim ter resultados antagônicos nesses diferentes contextos de aplicação.

### 4.1 Etapas da Sequência Didática

As estratégias, que compõem a Sequência Didática construída nesse trabalho, foram definidas tendo como base as necessidades dos alunos após a aplicação do questionário a eles. Deu-se início à aplicação das Unidades Didáticas seguindo a sequência de aulas listadas abaixo.

Na primeira Sequência Didática, avaliou-se a possibilidade de passar um filme para os alunos, com a finalidade de sensibilizá-los acerca das questões sociais frente ao fator guerra. Era necessário um filme que não fosse conceitual em si, informativo, mas que trouxesse pela história a reflexão acerca da temática. Assim, o filme escolhido foi “A Lista de Schindler”. Havia vários filmes que abordavam a mesma temática, porém pensando que o filme supracitado contém cenas mais chocantes que representam a inópia realidade em que pessoas foram subjugadas

pelo sistema capitalista para a obtenção de poder, esse foi eleito. Outro fato que preponderou nessa escolha foi o fato de esse ser um filme real, compondo assim um material que o professor poderá utilizar como ponto de partida para um debate crítico.

A segunda Unidade Didática tem como tema “A energia Nuclear e as Questões Sociais”. Entende-se que é de extrema importância abordar esse assunto em sala de aula para que o aluno possa perceber a discrepância entre “consumo de energia x população” e que esse consumo de energia não é democrático. É importante que o professor mostre aos alunos gráficos de consumo de energia no mundo destacando o fato de que, enquanto algumas pessoas consomem muita energia, outras carecem do seu uso. Outro detalhe que é bom apontar nessa Unidade Didática é instigar o aluno a avaliar os prós e os contras sobre o uso da energia nuclear em detrimento de outras fontes de energia. Assim, a escolha de um texto científico para trabalhar esse tema serve para estabelecer relações intrínsecas da conexão íntima das disciplinas (transdisciplinaridade). E nesse caso, o enfoque maior foi intercalar o conteúdo de exatas, a Física em si com as diversas disciplinas da área de humanas.

A terceira Unidade Didática traz à tona a discussão a respeito do texto “A Militarização da Física”, por meio do qual o professor poderá instigar o aluno a entender e compreender que a fragmentação da ciência de sua crítica filosófica acaba por fortalecer e atender os interesses e ideologia do complexo militar industrial; e dessa forma analisar a relação entre o desenvolvimento da ciência e o poder. Outro fator importante destacado nesse texto é a oportunidade que o professor terá de desmistificar a figura do cientista enquanto objeto de ideologia do sistema capitalista.

Já a quarta Unidade Didática traz como proposta de ensino uma exposição dialogada abordando o assunto sobre “O Desenvolvimento da Ciência” e o “Poder da Ideologia”. Com esse material sugere-se que o professor faça destaques das figuras durante a apresentação, instigando-os a reconhecer e estabelecer a existência intrínseca da relação entre ciência, poder e capital. E nesse ínterim, avaliar o uso da energia termonuclear e suas consequências para a humanidade e para as gerações futuras.

Após a apresentação dessa aula supracitada, sugere-se que o professor continue discutindo o tema com os alunos através de um debate simulado, o qual poderá servir como avaliação de trabalho em equipe. Sendo assim, com base nos

argumentos apresentados oralmente, pode-se evidenciar com clareza, o nível de aprendizagem dos alunos.

#### 4.2 Dados do pós-teste: análise centrada no referencial teórico

Os dados coletados no pós-teste são uma ferramenta importante para o professor, porque serve de parâmetro para decifrar o que deu certo e o que precisa mudar no tocante ao planejamento de ensino. Assim, a análise crítica do pós-teste centra-se na avaliação do próprio professor, enquanto educador preocupado com a aprendizagem e também nas habilidades alcançadas pelos alunos com as atividades realizadas no ambiente escolar.

O quadro 04, a seguir, apresenta novamente os dados do pré-teste, para facilitar a comparação com o pós-teste.

Questão	Pré-teste	Pós-teste
Os conteúdos de Física estudados por você eram centrados em:	10% em apenas cálculos matemáticos; 10% em apenas teorias e 80% em cálculos e teorias.	0% em apenas cálculos matemáticos; 20% em apenas teorias e 80% em cálculos e teorias.
Quanto à aplicabilidade prática no seu dia a dia dos conteúdos estudados por você na Física, você analisa:	60% pouca aplicabilidade; 10% nenhuma aplicabilidade e 30% muita aplicabilidade.	10% pouca aplicabilidade; 0% nenhuma aplicabilidade e 90% muita aplicabilidade.
A quem você responsabiliza pelo uso indevido da Física, ou seja, utilizada para fins destrutivos?	50% os governos, 10% os cientistas, 40% os governos e os cientistas e 0% a população em geral.	50% os governos, 0% os cientistas, 30% os governos e os cientistas e 20% a população em geral.
A quem você responsabiliza pelo uso da Física para fins pacíficos?	0% os governos, 40% os cientistas, 40% os governos e os cientistas e 20% a população em geral.	10% os governos, 40% os cientistas, 10% os governos e os cientistas e 40% a população em geral.

**Quadro 04: Questões fechadas e resposta no pré-teste e pós-teste**

Fonte: Questionário dos alunos

Nas questões discursivas, os alunos puderam expor as suas opiniões sobre a aplicabilidade da Física frente ao contexto social. O quadro 05, a seguir, apresenta novamente os comentários dos alunos no pré-teste, para facilitar a comparação com o pós-teste.

Questão	Comentários Pré-teste	Comentários Pós-teste
Considerando sua vida estudantil, a Física é uma ciência direcionada a cálculos e equações matemáticas ou esta é uma ciência direcionada ao desenvolvimento do caráter humanístico da sociedade? Comente sua resposta.	“Direcionada a cálculos [...] os estudos provam isso”. A Física é uma ciência direcionada ao desenvolvimento com os cálculos [...]”.	“É uma ciência de caráter humanístico, porque se trata de uma consciência socialista”. A Física é direcionada ao desenvolvimento do caráter humanístico da sociedade. Essa forma matematizada deve ser banida, que foi imposta pela sociedade dominante [...]”.
Como você considera o uso do conhecimento físico: é mais usado para fins pacíficos ou para fins destrutivos? Por quê?	“A Física é usada mais para fins pacíficos [...]”.	“Embora a Física seja usada para fins pacíficos, primeiramente ela foi usada para fins maléficis, como armamentos bélicos [...]”.
Você considera que o desenvolvimento e as descobertas da Física acontecem considerando as necessidades humanitárias da sociedade? Justifique sua resposta.	“Às vezes sim, quando a descoberta é para beneficiar a todos”. “Sim, as descobertas acontecem com as necessidades de produção de equipamentos para melhorar a qualidade de vida”.	“Não, seu principal interesse é criar cada vez mais armas letais [...]”. “[...] toda descoberta física tem interesses militares, passando a ter benefícios por nós apenas em um segundo momento”.

**Quadro 05: Questões fechadas e resposta no pré-teste e pós-teste**  
Fonte: Questionário dos alunos

Analisando as questões discursivas do pós-teste com os referenciais teóricos expostos anteriormente, percebem-se as semelhanças.

Quando se perguntou aos alunos sobre a centralidade e prioridade dos conteúdos de Física estudados por eles na Educação Básica, um dos alunos respondeu que as aulas às quais ele teve acesso “Era muito cálculo com poucas teorias. Mas era a parte da teoria que despertava o interesse”.

A fala desse aluno evidencia e concorda com a citação de Bazzo (1998, s. p.) que fala das implicações políticas que existem por trás das equações matemáticas. E isso se faz presente em diversas profissões e é papel do professor combater a alienação científica em salas de aula.

Há também uma concordância da fala desse aluno com o PCN que reconhece que a teoria desperta o interesse do aluno, pois

[...] a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (PCN, 2000, p.56).

Ainda no pós-teste quando se perguntou sobre a aplicabilidade prática da Física estudada por esses alunos, uma resposta que merece destaque e ser analisada. Foi quando um dos estudantes escreveu que “A pouca aplicabilidade deve-se ao fato da falta de ensino correto, com pouca preparação dos professores”.

Isso implica dizer que a posição do professor enquanto educador comprometido com uma educação emancipadora faz diferença no aprendizado dos alunos, quando o processo ensino aprendizagem, quer seja na Educação Básica, quer seja no Ensino Superior, se faz em consonância com a fala de Freire (1997, p.141-142) que trata do ensinar como reconhecimento de que a educação é ideológica.

E no mesmo raciocínio Coutinho (2010, p.56) alerta que essa falta de atitude enquanto professor por parte dos educadores tem um desfecho negativo na aprendizagem em que, segundo ele, os conteúdos da realidade vão sendo subtraídos ao domínio da razão.

Fazendo ainda uma análise da resposta desse aluno, Mészáros (2004), critica que o ônus dessa falta de conteúdo não se restringe somente ao ensino tecnicista na Educação Básica e no Ensino Superior, mas também nos cursos de doutorado porque a formação é tecnicista e isto pode camuflar a variedade de interesses do sistema capitalista.

Assim, analisa-se essa fala do aluno ainda com Freire (1997, p. 147) que fala da falta de preparo dos professores mostrando os reflexos negativos no sistema educacional, uma vez que essa é uma questão política e ideológica.

Considerando as respostas dos alunos no pós-teste, pode-se ainda fazer análise sobre a forma como o conteúdo é ministrado, o que pode, sim, mudar a realidade. Isso fica explícito na resposta de um dos alunos que disse que a Física “é uma ciência de caráter humanístico, porque se trata de uma consciência socialista” e no comentário de outro aluno que no mesmo raciocínio justificou que “a Física é direcionada ao desenvolvimento do caráter humanístico da sociedade. Essa forma matematizada deve ser banida, que foi imposta pela sociedade dominante [...]”. Essas respostas se fundamentam, além de todo o descrito no referencial teórico acima, em Althusser (1985) que acrescenta e explicita sobre o aparelho repressivo do Estado que não é unicamente repressivo, mas principalmente ideológico e vice-versa.

Assim quando o segundo aluno diz que essa forma de ensino matematizada deve ser banida, porque foi imposta pela sociedade dominante, verifica-se que esse aluno já se sente sensibilizado com as causas sociais e com o rumo da ciência que se destina pelo e para o capital. Assim, para ele, a Física desprovida de fundamentos filosóficos torna-se uma ciência mecanicista quando o cálculo matemático se sobrepõe à teoria. Depreende-se aqui que esses alunos passaram a perceber a importância da teoria no Ensino da Ciência.

Pode-se também verificar que a forma como o conteúdo é transmitido reforça a ideia de que o ensino ministrado nas escolas tendo como base o positivismo reforça a premissa de que a educação é, de forma negativa, um aparelho ideológico do estado, retomando Althusser (1985, p. 31) que esclarece que “o aparelho ideológico dominante nas formações capitalistas é o escolar”.

Em outra questão um dos alunos respondeu que “embora a Física seja usada para fins pacíficos, primeiramente ela foi usada para fins maléficos, como armamentos bélicos [...]”. Isso recrudesce e evidencia a ideia de que após o trabalho feito com o texto sobre A militarização da Física, na terceira unidade didática esse aluno concluiu que a ciência foi militarizada, buscando atender as necessidades do complexo militar industrial.

Sobre a terceira questão da tabela anterior, “Você considera que o desenvolvimento e as descobertas da Física acontecem considerando as

necessidades humanitárias da sociedade? Justifique sua resposta”, merece destaque aqui a resposta de dois alunos que responderam: “Não, seu principal interesse é criar cada vez mais armas letais [...]” e outro aluno “[...] toda descoberta física tem interesses militares, passando a ter benefícios por nós apenas em um segundo momento”. Essas respostas se identificam com a citação de (Colombo; Bazzo, 2011, s. p.) que o problema está na orientação e determinação que os governos têm dado à aplicabilidade da tecnologia. Percebe-se que o estudo sobre as questões sociais da Física precisa convergir para uma orientação social permitindo ao aluno uma luta pela promoção humana.

Ainda no mesmo raciocínio (Rosa, 2005, s. p.) explica sobre a prioridade dada aos produtos criados pela Física para a tecnologia de armamentos bélicos.

[...] no século XX, nas duas guerras mundiais, o poder de destruição cresceu exponencialmente pela aplicação da ciência e da tecnologia aos armamentos, culminando na segunda guerra com as bombas de Hiroshima e Nagasaki, um mal legado da ciência para a humanidade.

Pode-se ainda estabelecer uma consonância da fala desses alunos à referência de Mészáros (2008) que critica a tarefa precípua do desenvolvimento da ciência destinada aos objetivos militares, antagonicamente aos objetivos humanísticos, que promove o avanço no campo da saúde dependendo sempre do interesse militar.

Dessa forma as informações citadas na tabela acima, entre os dados do pré-teste e os do pós-teste, mostram ainda que há uma disparidade ideológica na linha de pensamento dos alunos a partir do momento em que eles perceberam por meio da aplicação e execução da Sequência Didática que a Física e os produtos por ela criados tornaram-se, no decorrer da história das guerras, instrumento de dominação do capitalismo.

Assim essas informações da tabela permitem concluir que quando o professor faz e permite aos alunos uma leitura social e histórica do universo tecnicista da Física corrobora para a melhoria da visão política/ideológica desses alunos sobre a história da ciência e modifica o posicionamento deles enquanto sujeito comprometido com a realidade humana e social.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Sequência Didática apresentada nesta dissertação mostrou, por meio dos dados coletados no pós-teste, que a amostra de informações e conhecimentos adquiridos pelos alunos na aplicação das unidades didáticas foram significativos quanto às habilidades adquiridas pelos estudantes, que passaram a analisar a Física como uma ciência humana. Além disso, pode-se comprovar que a forma como o conteúdo é transmitido para os estudantes é capaz de modificar a realidade do Ensino da Física, favorecendo uma aprendizagem libertadora.

A parte inicial deste trabalho partiu da prioridade estabelecida de conceituar o termo Grande Ciência. E partindo dessa premissa e das respostas dos alunos no pós-teste, verificou-se que o ensino da história da ciência com fundamentos filosóficos libertadores pode mudar o rumo da ciência movida pelo capital, além de evitar catástrofes desumanas como as explosões nucleares ocorridas no período da Segunda Guerra Mundial, em Hiroshima e Nagasaki.

Nesse íterim, deduz-se também que os diversos produtos criados pela Física evidenciados ao longo desta dissertação (impostos pela classe que detém o poder e que moldaram o ser humano de acordo com a ideologia dominante) culminaram com o progresso da produção de armamentos bélicos ou resultaram em alternativas de ampliar as defesas do exército. Mais tarde a tecnologia aplicada na produção de armamentos bélicos plasmou-se em produtos que trouxe benefícios pelo e para o ser humano com a criação de artefatos tecnológicos que são usados no cotidiano. Verificou-se então que, apesar dos avanços tecnológicos terem trazidos benefícios para a humanidade, ainda assim, o progresso se deu em função da indústria bélica.

A ideologia dominante controla direta e indiretamente as descobertas científicas, por isso o desenvolvimento da Física serviu durante muito tempo para fortalecer o capital e o poder. Contrapondo essa ideologia belicosa é que muitos cientistas devem ter uma envergadura ética e moral capaz de torná-los críticos/humanistas, com a capacidade de mudar o rumo da ciência dominada pelo e para o capital.

A história das guerras mostra que o sistema competitivo individualista está alicerçado no poder econômico e este está relacionado ao desenvolvimento que possibilita o alcance do poder; nunca ao desenvolvimento humanista.

Por isso, a Física quando ensinada de forma crítica e com fundamentos filosóficos torna o avanço da ciência democrático, não restrito somente a um grupo privilegiado de pessoas que usam o conhecimento científico para alienar e escravizar classes menos favorecidas. É preciso evitar que a ciência se torne instrumento de opressão do sistema capitalista que faz da Física uma ciência militarizada, que não mede esforços para destruir a esmagadora massa de pessoas em prol do aumento do poder econômico.

Para isso devem-se inserir no ensino da Física conteúdos relacionados com “área de humanas” para que o aluno conheça os pressupostos políticos/filosóficos que existem por trás das equações matemáticas e engendram de forma sutil a ideologia da classe dominante no desenvolvimento da ciência.

Assim, surge a resposta sobre o porquê de o sistema capitalista impedir que as universidades, aparelhos ideológicos do estado, adotem em suas grades curriculares disciplinas na área de humanas, pois se assim o fizerem, os novos cientistas poderão, no futuro, opugnar e lutar contra a desfaçatez do poderoso complexo militar industrial. É a partir dessa premissa que a responsabilidade do rumo da ciência não é um compromisso apenas do governo e dos cientistas. As implicações e riscos de investimentos irracionais na pesquisa científica interferem de forma negativa, trazendo efeitos colaterais dramáticos sobre toda a humanidade, além de ameaçar também a vida de várias espécies animais no planeta.

Para evitar que o sistema capitalista se aproprie do conhecimento científico, recrudescendo assim o poder das nações capitalistas, enquanto aparelho repressivo do Estado, é necessário investir na formação do cientista físico porque a história da humanidade prova que a educação é ideológica. Por isso as universidades precisam abolir o ensino da ciência baseado no positivismo, evitando assim reflexos desumanos na história da ciência. O trabalho dos cientistas, enquanto pesquisadores críticos/dialéticos, servem como ponto de partida para a construção dessa linha de trabalho humanizador.

O pré-teste apresentado nessa dissertação, provou que todos os alunos entrevistados expuseram opiniões baseadas em uma Física meramente prática e mecanicista, calcada na ideologia do sistema capitalista, apartada das questões

sociais, com simples memorização e aplicação de equações matemáticas e assim desprovida de seu caráter humanista.

Por fim, diante desses resultados apresentados, analisou-se que o Ensino da Física está calcado no positivismo, e que, essa fragmentação da ciência a partir de Descartes e do positivismo teve na história da ciência repercussão em catástrofes desumanas inclusive na cultura ideológica de formação do ser humano.

Portanto, o professor pode e deve sensibilizar e instigar os seus alunos com atividades que desenvolvem o espírito ético e democrático, formando seres politizados, melindrosos com relação às questões sociais, capazes de lutar contra a ideologia do sistema capitalista e, conseqüentemente, contra a militarização da Física. E assim sendo, pode-se vislumbrar um futuro no qual o avanço da ciência tenha como ponto de partida a aplicabilidade humanística dessa ciência, preocupada com o presente das nações e das gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

ALTHUSSER, Louis. **Aparelhos ideológicos de Estado**: nota sobre os aparelhos ideológicos de Estado. Tradução de Walter José Evangelista e Maria Laura Viveiros de Castro. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1985.

ALMEIDA, Maria Almeida de. O desenvolvimento biológico em conexão com a guerra. **Physis**, v. 17. n. 3. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s010373312007000300008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s010373312007000300008)>. Acesso em: 01 set. 2011.

ALVES, Luis Antônio. Referências para formação de professores: uma análise crítica sobre o discurso da qualidade e da competência, do ponto de vista da psicologia escolar. In: ANGELUTTI, Carla Biancha; VIÉGAS, Lygia de Souza. **Políticas públicas em educação & psicologia escolar**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2006. p . 47-76.

AMBONI, Roberto. **Jeep** – A história de um bravo. Disponível em: <<http://www.willysmb.com.br/artigo.htm>>. Acesso em: 28 set. 2011.

ANTUNES, Ricardo. **Os Sentidos do Trabalho**: Ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. São Paulo: Boitempo, 2009.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando**: introdução à filosofia. São Paulo: Moderna, 2003.

AVELLAR, Ana Paula M. **Metodologias de avaliação de políticas tecnológicas**: Uma resenha a partir de experiências internacionais. 2005. 45 f. Relatório de pesquisa – versão II. CEPAL Nações Unidas. Santiago, Chile.

AZEVEDO, Erik. **Evolução dos navios de guerra** – “os primórdios”. 2011. Disponível em: <<http://www.blogmercante.com/2011/01/evolucao-dos-navios-tanques-os-primordios/>>. Acesso em: 08 out. 2011.

BACCHI, Reginaldo J. da Silva. **Veículos blindados de infantaria pesos pesados**. 2003. Disponível em: <<http://sistemadearmas.sites.uol.com.br/ter/vbip1.html>>. Acesso em: 02 out. 2011.

BAZZO, Walter Antônio. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/walterpor.htm>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

BEIER, Rogério. **Hiroshima, o maior crime de guerra do mundo**. Disponível em: <<http://www.duplipensar.net/artigos/2006-Q3/bomba-atmica-hiroshima-o-maior-crime-de-guerra-do-mundo.html>> <http://www.duplipensar.net/artigos/2006-Q3/bomba-atmica-hiroshima-o-maior-crime-de-guerra-do-mundo.html>>. Acesso em: 30 jan. 2011.

BERNAL, John D., **Historia social de la ciencia, i la ciencia en historia**. Provenza: Ediciones Península, 1979.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Parte III. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

BOTTOMORE, Tom. **Dicionário do Pensamento Marxista**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

CAMINHA, João Carlos Gonçalves. **História Marítima**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1980.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. 2007. Disponível em: <<http://pt.shvoong.com/social-sciences/economics/1664658-sociedade-em-redes/>>. Acesso em: 27 out. 2011.

CEFURIA (Centro de Formação Urbano Rural Irmã Araújo). **O trabalho no capitalismo: Alienação e Desumanização**. 2004. p. 60. Disponível em: <<http://www.cefuria.org.br/doc/cartilha3trabcapital.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2010.

COLOMBO, Ciliana R.; BAZO, Walter A. **Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro**. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/colombo.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

COUTINHO, Carlos Nelson. **O Estruturalismo e a Miséria da Razão**. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

**DEFESA BR**. Marinha do Brasil na segunda Guerra Mundial. Disponível em: <[http://www.defesabr.com/Historia/historia\\_mb\\_2gm.htm](http://www.defesabr.com/Historia/historia_mb_2gm.htm)>. Acesso em: 08 out. 2011.

**DEZ MAIORES NAVIOS MILITARES DO MUNDO**. Disponível em: <<http://criticaprivada.wordpress.com/2011/04/18/10-maiores-navios-militares-do-mundo/>>. Acesso em: 08 out. 2011.

DIAS, Wilson. **Medicina nazista**. Disponível em: <<http://www.freewebs.com/terapeutawilsondias/medicinanzista.htm>>. Acesso em: 02 out. 2011.

**DIASHOW Tschernobyl** 2006. Disponível em: <<http://www2.fz-juelich.de/gs//genehmigungen/projekte/tschernobyl/diashow/foto15>>. Acesso em: 30 jan. 2011.

**DICIONÁRIO MICHAELIS** (on-line). Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=toyotismo>>. Acesso em: 21 maio 2012.

FERRARI, Ana Cláudia (org.). **Guerra: guerras mundiais e o planeta em choque 1914 – 1945**. v. 6. Coleção história Viva. São Paulo: Duetto editorial, 2011.

FOLHA DE S. PAULO (on line). Seção MUNDO. **Vice de Rumsfeld diz que razão de guerra no Iraque foi petróleo**. (2003). Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/mundo/ult94u57952.shtml>>. Acesso em: 29 maio 2012.

**FONTES DE ENERGIA NO BRASIL**. Disponível em: <<http://estacaodoconhecimento.com.br/folderwordpress/wp-content/uploads/2011/06/Aula-19-Fontes-de-energia-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011.

FOUREZ, Gérald. **A construção das ciências: introdução à filosofia e a ética das ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Tratado de Não-Proliferação Nuclear - TNP**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/tnp.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 165

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GAUER, Gabriel Chittó. Um caminho estreito: ética, ciência e técnica. In: SOUZA, Ricardo Timm (org.). **Ciência e ética: os grandes desafios**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 157 – 163.

**GUERRA E CIÊNCIA**. 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/guerra/guerra09.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

GUIDO, Lúcia de Fátima Estevinho; BRUZZO, Cristina. **O Uso de Imagens nas Aulas de Ciências Naturais**. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emextensao/article/viewFile/1674/1438>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

GUIMARÃES, Reinaldo Felipe Nary; VIANNA, Cid Manso de Mello. **Ciência e Tecnologia em Saúde. Tendências Mundiais. Diagnóstico Global e Estado da Arte no Brasil**. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0203anais\\_cncts2.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0203anais_cncts2.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2011.

HAMMES, Erico. Ética, Ciência e tecnologia: ensaio em perspectiva teológica. In: SOUZA, Ricardo Timm (org.). **Ciência e ética: os grandes desafios**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 65 – 77.

IMBÉRNOM, Francisco. **Formação permanente do professorado: novas tendências**. Tradução: VALENZUELA, Sandra Trabucco. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, Eduardo. **Fotos do maior navio de cruzeiros do mundo**. 2008. Disponível em: <<http://hypescience.com/fotos-do-maior-navio-de-cruzeiros-do-mundo/>>. Acesso em: 06 out. 2011.

MARQUESE, João Pedro. **Falando de computadores**. Disponível em: <<http://www.clubedoprofessor.com.br/artigos/FalandodeComputadores.htm>>. Acesso em: 27 out. 2011.

MARX, Karl. **O capital: crítica da economia política**. 14. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, v. 1, livro 1, 1994.

MÉSZÁROS, István. **O poder da ideologia**. São Paulo: Boitempo, 2004.

MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009. p. 61-77.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 10 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2005.

**PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2011.

PENA, Ana Lúcia. **O professor e sua profissionalização: políticas, estruturas e aprendizagem da profissão**. 2010. 126 f. Dissertação (Mestrado) – UNEC, Caratinga.

PIMENTA, Rui Costa. O imperialismo e a guerra. In: A crise mundial. **Revista PUC Viva**, São Paulo, n. 32, p. 25-28. jul./set. 2008. Disponível em: <<http://www.apropucsp.org.br/apropuc/index.php/revista-puc-viva/30-edicao-32/162-o-imperialismo-e-a-guerra>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

PINTO, Geraldo Augusto. **A organização do trabalho no século XX: taylorismo, fordismo e toyotismo**. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

PINTO, José Nêumanne. **Mengele: A natureza do mal**. 1. ed. São Paulo: EMW Editores, 1985.

PIRES-ALVES, Fernando A.; PAIVA, Carlos Henrique Assunção; FALLEIROS, Ialê. **Saúde e desenvolvimento: a agenda do pós-guerra**. s/d. Disponível em: <[http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/livreto\\_5.pdf](http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/livreto_5.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2011.

PIVATTO, Pergentino S. Não será necessário repensar o homem e a ética? In: SOUZA, Ricardo Timm (org.). **Ciência e ética: os grandes desafios**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 97–121.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 138p.

RESUMO das quatro primeiras aulas de SHF. Disponível em: <<http://leloroger.wordpress.com/2009/03/25/resumo-das-4-primeiras-aulas-de-shf/>>. Acesso em: 27 out. 2011.

ROSA, Luiz Pingueli. **A física entre a guerra e a paz**: reflexões sobre a responsabilidade social da ciência. São Paulo, v. 57, n. 3 jul./set., 2005. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=s0009-67252005000300019&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=s0009-67252005000300019&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 jan. 2011.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**. v.7, n. 42, p. 01-12, maio 2007.

ROTHWELL, Roy. Políticas de tecnologias na Europa. **Revista de Economia Política**. v 9, n. 1, jan/ mar, 1989. Disponível em: <<http://www.rep.org.br/pdf/33-8.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

SÁNCHEZ VÁZQUEZ, Adolfo. **Filosofia da práxis**. Tradução de Maria Encarnación Moyá. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciências Sociales – CLACSO; São Paulo: Expressão Popular, Brasil, 2007.

SILVA, Ana Molina da. **Introspecção**: zona de desenvolvimento proximal. 2009. Disponível em: <<http://pensamentosmolinergericos.blogspot.com/2009/05/zona-de-desenvolvimento-proximal.html>>. Acesso em: 28 dez. 2011.

SOUZA, Paulo Vinícius Sporleder de. Bioética e direitos humanos: novos desafios para os direitos humanos da solidariedade. In: SOUZA, Ricardo Timm (org.). **Ciência e ética**: os grandes desafios. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 123-141.

SOUZA, Leila. **A importância da leitura para a formação de uma sociedade consciente**. Disponível em: <<http://dici.ibict.br/archive/00001095/01/aimportanciadaleitura.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

TENNENBAUM, Jonathan. **Energia nuclear**: dínamo da reconstrução mundial. Tradução de Geraldo Luís Lino. Rio de Janeiro: Editora Capx Dei, 2009.

TROTSKY, Leon. **O imperialismo e a crise da economia mundial**. Tradução de Roberto Barros. São Paulo: Editora Instituto José Luís e Rosa Sundermann, 2008.

WEEKS, John. **Armas de infantaria**: História ilustrada da 2ª Guerra Mundial. Rio de Janeiro: Editora Renes Ltda, 1974.

XIMENES, Sérgio. **Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Ediouro, 2001.

ZILLES, Urbano. Caráter ético do conhecimento científico. In: SOUZA, Ricardo Timm (org.). **Ciência e ética**: os grandes desafios. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 157-163.

**Apêndice**

**PRODUTO**

**Elismar Cândido da Silva**

**Lídia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira**

**A ENERGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES –  
UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA UM ENSINO CRÍTICO  
E HUMANISTA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**2011**

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 01:</b> Foto satélite com vista noturna do mundo .....	<b>126</b>
<b>FIGURA 02:</b> Consumo de energia no mundo .....	<b>127</b>
<b>FIGURA 03:</b> Consumo de energia no mundo e no Brasil, por fontes .....	<b>128</b>
<b>FIGURA 04:</b> Capa do livro Energia Nuclear: do anátema ao diálogo .....	<b>134</b>

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>113</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>114</b>
<b>OBJETIVOS GERAIS DAS UNIDADES .....</b>	<b>116</b>
<b>UNIDADE DIDÁTICA 1: Filme: A lista de Schindler .....</b>	<b>117</b>
<b>UNIDADE DIDÁTICA 2: A energia nuclear e as questões sociais .....</b>	<b>125</b>
<b>UNIDADE DIDÁTICA 3: A militarização da Física .....</b>	<b>140</b>
<b>UNIDADE DIDÁTICA 4: O desenvolvimento da ciência e o poder da ideologia .....</b>	<b>153</b>

## APRESENTAÇÃO

Caro professor,

A proposta deste material é ampliar e mudar a abordagem do conteúdo de Física ensinado no curso superior, com o propósito de se alcançar a aprendizagem significativa.

A Sequência Didática proposta neste trabalho aborda, além do planejamento já fixado pela instituição de ensino, o aspecto globalizador do ensino no qual os diversos tópicos da Lei da Conservação da Energia foram delineados de forma transdisciplinar, amarradas a outros ramos do saber para promover um ensino menos compartimentado.

Os passos sugeridos para estudo dos temas e as estratégias de análise dos trabalhos foram propostos com o foco na aprendizagem a partir da experiência prévia dos princípios propostos por Zabala e dos pressupostos teórico-metodológicos sinalizados por Marx, Vigotski, Mészáros, entre outros.

É de extrema importância que os sites, artigos e outras publicações sugeridas nesta sequência didática sejam apenas um ponto de partida para o planejamento e execução de suas aulas no futuro, uma vez que, a Física é uma ciência na qual, a cada dia, novas descobertas vêm à tona. E para isto é imprescindível que o professor seja um pesquisador para acompanhar o progresso da ciência.

Recomenda-se que o conteúdo programático da escola na qual você trabalha seja cumprido de forma fiel. A proposta é aproveitar os diversos conteúdos abordados no seu cronograma de ensino e ensiná-los com enfoque emancipador, crítico e construtivo, agregando valor e sentido a eles.

Assim, a proposta desta sequência didática é a reflexão sobre a aplicação do conteúdo da Física, apontando essa como ciência que pode ter uma abordagem humanística.

Bom Trabalho,

Os autores

## INTRODUÇÃO

Esta Sequência Didática serve para você, professor, que se sensibiliza e preocupa com a formação político-pedagógica de seus alunos, reconhecendo que estes poderão no futuro mudar o rumo da nossa história. Conhecedor da Física como um ramo de aplicabilidade vasta, que modifica a humanidade, trazendo consequências positivas e ou negativas, faz-se necessário pensar a aula. Essa precisa dar sustentabilidade para que os alunos sejam capazes de lutar e evitar que o sistema capitalista se aproprie do conhecimento para a produção bélica, em detrimento de suas aplicações para fins humanísticos.

Nesse viés, a Física especificamente, deve ter um caráter transdisciplinar, ou seja, deve ser ensinada não como um conteúdo isolado de outros ramos do saber, uma vez que, esta ciência, assim como as outras, não deve ser comparada a compartimentos estanques, isolados do contexto geral. Dessa forma a realidade do mundo científico da Física adquire um aspecto globalizador, não apenas pragmático e nem tão pouco dogmático.

Por isso, os programas de ensino da Física devem conectar-se ao mundo da reflexão sobre a ação, baseados na experiência social e na vida individual, no qual o aluno possa ser também protagonista do processo ensino aprendizagem.

Levando-se em conta os diversos parâmetros que induzem e favorecem a aprendizagem crítica e transformadora infere-se como pressupostos metodológicos e eficazes para a aprendizagem libertadora a pesquisa, que norteia as mentes dos educandos, favorecendo a autonomia de modificar a realidade. Assim, espera-se que dessa forma os nossos alunos sejam no futuro cientistas preocupados e engajados socialmente na pesquisa crítica, a fim de favorecer novas descobertas em prol de uma Física mais humanística em detrimento de sua aplicação bélica que serve pra alimentar o complexo militar industrial dos países mais poderosos. Isso evitará o crescimento de seres humanos alienados ao sistema e domesticados segundo as suas ideologias vigentes.

Para tanto os aspectos históricos da evolução da ciência e do sistema reprodutivo farão parte do trabalho para que se possa compreender melhor essa Física humanística e com fundamentos filosóficos libertadores.

Deve-se, em aulas de Física, mostrar para os alunos que por trás das equações matemáticas existe uma ideologia dominante que se apropriou do conhecimento científico, fazendo a ciência evoluir de forma sistemática para atender aos interesses daqueles que detêm o poder e os meios de produção. Tal fato foi e ainda é preponderante para alienar e persuadir a esmagadora massa de pessoas que mais precisam dos avanços da ciência para suprir as suas necessidades vitais de sobrevivência. Para isto, a educação não mecanizada que aflora a reflexão filosófica e o espírito democrático inculcados nas sequências didáticas será um alicerce para mudar o desnível entre classe alta e classe subalterna, afim de que possamos erradicar de vez a lastimável inópia que assola a maioria dos seres humanos.

A escolha deste tema pauta-se no fato de este ser um assunto polêmico desde quando se iniciou os estudos sobre a radioatividade, bem como a construção da bomba atômica que resultou em mais de 200 mil mortes ocorridas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, no acidente nuclear de Chernobyl na Ucrânia, em Goiânia (com o cézio 137) e em Angra dos Reis. Os dois últimos ocorreram no Brasil, vindo a culminar em 2011 com o acidente nuclear ocorrido em Fukushima, no Japão. Assim a discussão e debate sobre o uso e aplicação da energia nuclear tornaram-se um assunto da atualidade, com possibilidades de reflexos futuros. Portanto considera-se necessário preparar o professor para estruturar de forma emancipadora o tema energia nuclear em sala de aula visando à formação de um aluno com opiniões críticas e humanas sobre o uso e aplicação da radioatividade como outra fonte alternativa de energia.

## OJETIVOS GERAIS DAS UNIDADES

- Conhecer as principais fontes de energia, especificamente a energia nuclear;
- Identificar por meio de gráficos e tabelas a aplicação da energia nos diversos países do mundo;
- Relacionar o uso da energia nuclear para fins bélicos e para fins pacíficos;
- Entender e analisar a relação entre o desenvolvimento da ciência e o poder;
- Refletir sobre a importância do desenvolvimento da energia nuclear em detrimento de outras fontes alternativas de energia;
- Analisar de forma crítica as consequências do desenvolvimento da energia nuclear;
- Instigar o aluno a desenvolver o espírito ético e democrático, vislumbrando uma Física com aplicabilidade humanística.

## UNIDADE DIDÁTICA 1 – Física: Desenvolvimento humanístico ou demarcação de poder?

### Filme: A Lista de Schindler<sup>21</sup>

#### Objetivos:

- Assistir e interpretar o filme “A lista de Schindler”, de Steven Spielberg;
- Sensibilizar o aluno acerca da origem política das guerras;
- Promover um aprofundamento conceitual sobre o tema;
- Produzir um texto de opinião sobre a temática em questão.

**Duração:** Cerca de 4h30min, incluindo a produção de texto sobre o tema proposto.

**Número de participantes:** A critério do professor. No caso desta sequência, trabalhou-se com os 15 alunos da turma.

#### Material:

- DVD/vídeo do filme.
- *Data show*.

#### Desenvolvimento:

- a) Providenciar o DVD do filme.

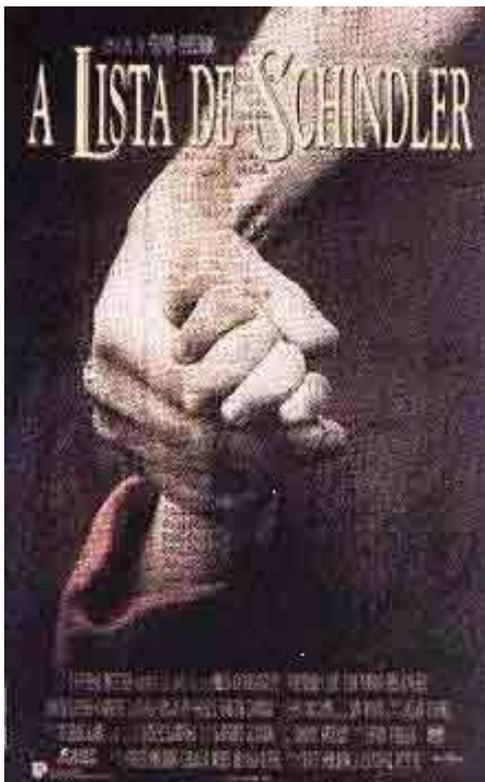
---

<sup>21</sup> Recomenda-se este filme no início do conteúdo sobre a Lei da Conservação da energia. Como se trata de um filme real, este é um material que o professor poderá utilizar como ponto de partida para um debate crítico.

- b) Em uma sala de vídeo, organize os alunos e exiba o filme. Caso a escola possua um equipamento de *data show*, utilize-o para projetar o filme em uma parede, dando-lhe uma sensação semelhante ao cinema.
- c) Os alunos deverão assistir ao filme, observando os seguintes pontos:
- trata-se de uma história real;
  - por que o filme se chama “A Lista de Schindler”?
  - o que era a lista de Oskar Schindler?
  - como ele ajudou a salvar milhares de judeus?
  - o contraste entre o apoio que Oskar tinha dos nazistas e sua atitude em salvá-los;
  - alusões ao campo de concentração de Auschwitz.
  - em que momentos do filme a questão do Holocausto se faz presente?
- d) Após a exibição, possibilite comentários/críticas sobre o filme por parte dos alunos.

**Exercício:**

Sinopse do filme: A LISTA DE SCHINDLER



O filme, de direção de Steven Spielberg, vencedor 7 Oscars e baseado no livro de Thomas Keneally, mostra a vida real e a trajetória do industrial tcheco Oskar Schindler. Ao comprar em 1939 uma fábrica de esmaltados quase falida na Polônia dominada pela Alemanha de Hitler, Schindler usou suas boas relações com altos funcionários nazistas, para recrutar trabalhadores entre prisioneiros judeus do gueto da Cracóvia, passando a fornecer produtos para o exército alemão. Quando os nazistas iniciam a "solução final" (execução em massa dos judeus), Schindler intercede junto ao comandante Amon Goeth, subornando outros oficiais e garantindo tratamento diferenciado para seus operários, salvando-os dos campos de extermínio.

HISTÓRIA Net. A nossa história. Disponível em: <<http://www.historianet.com.br/conteudo/default.aspx?codigo=188>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

### Questão:

Considerando o filme assistido, observe que a aplicação da ciência e das tecnologias disponíveis no período da Segunda Guerra Mundial tiveram repercussões destrutivas, pois foram usadas para escravizar, alienar e dizimar populações, tendo como cerne a busca pelo poder. Esta mesma tecnologia que se desenvolveu pra alimentar o complexo militar industrial teve no decorrer da história consequências que mais tarde foram e são na atualidade usadas para fins pacíficos.

Assim ao pesquisar e estudar a história da humanidade, verifica-se que a Física apresenta um caráter dialético no que tange à sua aplicabilidade, ou seja, promove a destruição e mais tarde, acaba sendo aplicada em situações de desenvolvimento humanístico.

Com base nesses conhecimentos, produza um texto dissertativo sobre o uso da Física enquanto ciência humanística, fazendo uma analogia com o filme assistido e com o que você pesquisou sobre o contexto histórico da época.

**Material:**

- Folha A4 para a produção do texto dissertativo.

**Desenvolvimento:**

- Individualmente, cada aluno deverá, em sala de aula, produzir um texto de opinião sobre a temática desenvolvida nesta aula.
- A pesquisa sobre o Holocausto da Segunda Guerra, a relação entre ciência e poder bem como o filme “A Lista de Schindler” serão os materiais de referência para a produção.

Atividade extraída e adaptada do site:

BRASIL. MEC (Ministério da Educação). Portal do Professor. **A lista de Schindler:** conhecendo, debatendo e pesquisando o holocausto. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=24906>>. Acesso em: 12 abr.2011.

**Material de apoio:**

Textos para leitura e contextualização do tema e da época:

**A LISTA DE SCHINDLER.** Disponível em: <<http://alistadeschindler.com/>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

**BRASIL ESCOLA. Holocausto.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/historiag/holocausto.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

*UNITED States Holocaust Memorial Museum. Enciclopédia do Holocausto.* Disponível em: <<http://www.ushmm.org/museum/exhibit/focus/portuguese/>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

**Outros materiais de apoio:****Vídeos:**

HOLOCAUSTO nunca mais. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=kAHXx0GrEvU>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

NAZISMO: extermínio de judeus. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=tMCIgV4xu7Y>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

VÍTIMAS do acidente nuclear de Chernobyl. Disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=BS2\\_RL\\_CzQc&NR=1](http://www.youtube.com/watch?v=BS2_RL_CzQc&NR=1)>. Acesso em: 12 abr. 2011.

### Filmes relacionados ao tema:

A FUGA de Sobibor. Direção: Jack Gold. Produção: Wonder Multimídia. Intérpretes: Rutger Hauer e outros. Roteiro: Reginald Rose 1987.

OLGA. Direção: Jayme Monjardim. Produção: Rita Buzzar Nexus Cinema e Vídeo. Intérpretes: Camila Morgado, Caco Ciocler, Luís Mello, Eliane Gardini e outros. Roteiro: Rita Buzzar. Brasil, 2004.

### Vídeo de música referente ao tema:

MORAES, Vinícius; CONRAD, Gerson. **A Rosa de Hiroshima**. Interpretação: Ney Matogrosso. Disponível em: <[http://www.youtube.com/watch?v=1\\_GvcQTNEJE&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=1_GvcQTNEJE&feature=related)>. Acesso em: 15 abr. 2011.

### Material de apoio para o professor:

#### O cinema na sala de aula:



Você não precisa estar no cinema, mas pode criar um clima de cinema que seja favorável ao trabalho com os filmes. (Na foto, sala de cinema apresentando sequência do clássico filme “Casablanca”, estrelado por Humphrey Bogart).

A utilização de filmes em sala de aula depreende etapas prévias à apresentação da produção, como já pudemos verificar em outros artigos, e também elementos que permitam a utilização dos conteúdos e referências demonstrados a partir da película em trabalhos e avaliações. O elemento mais importante está relacionado, no entanto, à aplicação do filme durante as aulas, ou seja, como o professor pode orientar a ação dos alunos para que os melhores resultados possíveis possam ser atingidos.

Nesse sentido cabe, novamente, a recomendação de um planejamento prévio por meio do qual o educador tenha clareza quanto aos objetivos relativos à utilização do filme; se a produção será utilizada na íntegra ou apenas alguns trechos dela (e quais seriam, nesse caso as seqüências selecionadas); qual a relação entre o filme e os conteúdos que estão sendo trabalhados em sala de aula; que elementos principais devem ser destacados antes, durante e depois da apresentação da película; e, obviamente, as atividades que serão realizadas em função da utilização do filme em correlação de forças com as aulas sobre os temas trabalhados na produção, os materiais didáticos de apoio ao curso além de outros referenciais que eventualmente sejam pedidos ou sugeridos como ponto de apoio para as discussões e projetos fomentados.



Sempre trabalhe filmes que estejam associados aos conteúdos escolares que estão previstos em seu planejamento e, de preferência, defina a utilização de produções cinematográficas no início do ano, como parte dos recursos e referenciais previstos em sua programação. (Na foto, seqüência de “A Lista de Schindler”, de Steven Spielberg).

Pensando nisso, os próximos passos relativos à utilização de filmes em sala de aula, descritos nesse artigo, referem-se à estruturação das aulas quanto às estratégias e metodologias que farão parte das aulas. O que se quer, a princípio, é que as aulas sejam dinâmicas e atraentes para os estudantes. Para que isso ocorra

é necessário que se organizem atividades que façam com que o educando participe ativamente dos procedimentos. Trabalhar com pequenos grupos e em situações de simulação da realidade são quesitos importantes para que os filmes possam ser discutidos e gerem produção escrita.

Organização é outra palavra fundamental quando pretendemos trabalhar com grupos de estudantes; todos os detalhes de encaminhamento das atividades têm de ser apresentados antecipadamente para os estudantes. Aulas expositivas são importantes antes de o filme ser apresentado ou logo depois da exibição deles.

Aulas expositivas que são apresentadas antes do uso dos filmes têm o propósito de traçar um panorama geral do tema que está sendo estudado. Por meio dessa prévia dos conteúdos apresentados em aula, o educando tem condições de comparar textos utilizados, informações disponibilizadas pelos professores, artigos de revistas especializadas, referências de jornais ou revistas de grande circulação com os filmes.



Na foto, “Frankenstein”, com Robert De Niro, baseado na clássica obra literária de mesmo nome, da inglesa Mary Shelley.

Associar os filmes a recursos adicionais às aulas, como artigos de jornais, revistas, materiais obtidos na internet, leitura de livros paradidáticos, música ou literatura reforça ainda mais o trabalho de conteúdos na escola.

O professor tem que assumir o compromisso de disponibilizar os recursos e mobilizar os alunos, não apenas por meio de seminários, centralizando as ações, mas também, atribuindo responsabilidades e mobilizando os alunos por meio de atividades que se desenvolvam durante suas aulas que antecedem o uso dos filmes.

Quando os filmes antecedem as aulas expositivas, a função do uso das películas é diferenciada em relação ao caso anteriormente apresentado. Os filmes são utilizados como recurso de chamamento dos educandos ao tema, tem o propósito de despertá-los para os temas em questão, introduzem o assunto em aulas.

Mesmo nesse caso torna-se necessário que os professores procurem orientar as atividades no tocante ao filme, indicando caminhos, lançando questionamentos antes da apresentação do filme, pedindo maior atenção quanto a determinados aspectos da história representada ou intercedendo nos momentos que considere apropriados (se necessário, parando a apresentação do filme em vídeo ou DVD).

Não é recomendável que os estudantes façam anotações durante a apresentação do filme, isso dispersa a atenção deles para os detalhes da trama, do cenário, dos figurinos e de outros elementos representativos que podem ser utilizados pelo professor em suas atividades posteriores.

Os filmes também podem e devem ser utilizados para o exame de questões sociais. Esse trabalho deve inclusive levar os professores a discutir os temas a partir da noção de mundo dos alunos, estimulando uma participação mais ativa deles nos estudos.

As aulas expositivas que transcorrerem depois da apresentação, devem ser utilizadas para referendar os pontos importantes disponibilizados pelo filme, aprofundar o assunto e introduzir idéias que tenham passado despercebidas, sem que tenham sido mencionadas; novamente, cabe ao professor utilizar os recursos complementares para que suas aulas sejam elucidativas, interessantes e para que a atenção e a participação dos educandos seja contínua.

Se o professor considerar necessário, os trechos mais importantes podem ser apresentados mais vezes, depois que as discussões e debates já estiverem em curso durante as aulas, assim como a redação sobre o material fílmico.

A proposta de trabalho em pequenos grupos tem o objetivo de fazer com que os educandos troquem ideias entre si, despertem uns nos outros a atenção quanto a aspectos que não foram percebidos, discutam questões propostas pelo professor e escrevam sobre o que viram.

A ideia de simulações como proposta de ação nas aulas depois da apresentação do filme tem o propósito de aproximar os temas apresentados nos filmes da realidade vivida pelos alunos, tornando o assunto em questão ainda mais pulsante e vivo para eles. Ambientar as aulas em situações como uma redação de jornal, uma estação de rádio, uma organização não-governamental ou uma secretaria de governo pode estimular os estudantes e fazer com que o resultado final dos trabalhos seja ainda mais interessante.

Fonte: MACHADO, João Luís de Almeida. *Cinema na educação*. Disponível em: <<http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=825>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

## UNIDADE DIDÁTICA 2 – A energia nuclear e as questões sociais<sup>22</sup>

### Objetivos:

- Comparar situações descritas por indicadores de “consumo de energia x população”, como meio para compreender disparidades, variações e tendências;
- Interpretar gráficos e tabelas;
- Analisar a discrepância entre consumo de energia entre os países ricos e os de terceiro mundo;
- Avaliar os prós e os contras sobre o uso da energia nuclear em detrimento de outras fontes de energia.

**Duração:** 1 aula de 50min.

**Número de participantes:** A critério do professor. No caso desta sequência, trabalhou-se com os 15 alunos da turma.

### Material:

- Texto em folha xerografada.
- *Data show*.

### Desenvolvimento:

---

<sup>22</sup> Segundo o PCN a discussão de fontes e formas de transformação/produção de energia pode ser a oportunidade para compreender como o domínio dessas transformações está associado à trajetória histórica humana e quais os problemas com que hoje se depara a humanidade a esse respeito. Portanto, recomenda-se a aplicação desta unidade didática ao término do conteúdo sobre a Lei da Conservação da Energia. Esta unidade didática irá dar ênfase à crítica e reflexão filosófica acerca do uso ou não energia nuclear.

a) Providenciar a cópia do texto sobre consumo e produção de energia no mundo.

b) Com o auxílio do *data show* exibir a figura abaixo que é uma montagem feita a partir de fotos reais, tiradas por satélites, das várias regiões do globo à noite.



**Figura 01: Foto satélite com vista noturna do mundo.**

Fonte: [http://www.google.com.br/search?q=consumo+de+energia+no+mundo&hl=pt-BR&sa=X&rlz=1T4SKPT\\_ptBRBR415BR416&tbm=isch&prmd=ivns&tbs=simg:CAESEgnaVF8H94rKqSEL81T19SwTtg&iact=hc&vpx=329&vpy=108&dur=1703&hovh=159&hovw=318&tx=42&ty=248&ei=dda6TdKKD6PY0QHn35mzBg&page=1&tbnh=100&tbnw=199&ved=1t:722,r:1,s:0&biw=1003&bih=440](http://www.google.com.br/search?q=consumo+de+energia+no+mundo&hl=pt-BR&sa=X&rlz=1T4SKPT_ptBRBR415BR416&tbm=isch&prmd=ivns&tbs=simg:CAESEgnaVF8H94rKqSEL81T19SwTtg&iact=hc&vpx=329&vpy=108&dur=1703&hovh=159&hovw=318&tx=42&ty=248&ei=dda6TdKKD6PY0QHn35mzBg&page=1&tbnh=100&tbnw=199&ved=1t:722,r:1,s:0&biw=1003&bih=440)

c) Os alunos deverão olhar a imagem, observando os seguintes pontos:

- As diversas regiões indicadas no mapa estão igualmente iluminadas?
- Quais países apresentam regiões mais claras? São os países desenvolvidos ou os subdesenvolvidos?
- A energia é democraticamente distribuída?
- Se o consumo de energia no mundo fosse democraticamente distribuído, as reservas energéticas seriam suficientes?

d) Após a apresentação da foto no *data show* distribuir a folha do texto sobre consumo de energia e as questões sociais.

e) Fazer a leitura do texto com os alunos, observando o gráfico abaixo sobre consumo de energia.

f) Pontuar a diferença entre o consumo de energia entre os países ricos e os países pobres.

g) Após a leitura do texto, possibilite comentários/críticas por parte dos alunos.

### Texto sobre: Consumo de energia e as questões sociais

Inicialmente, para informação, apresenta-se o consumo de energia no mundo. Observe o gráfico abaixo:

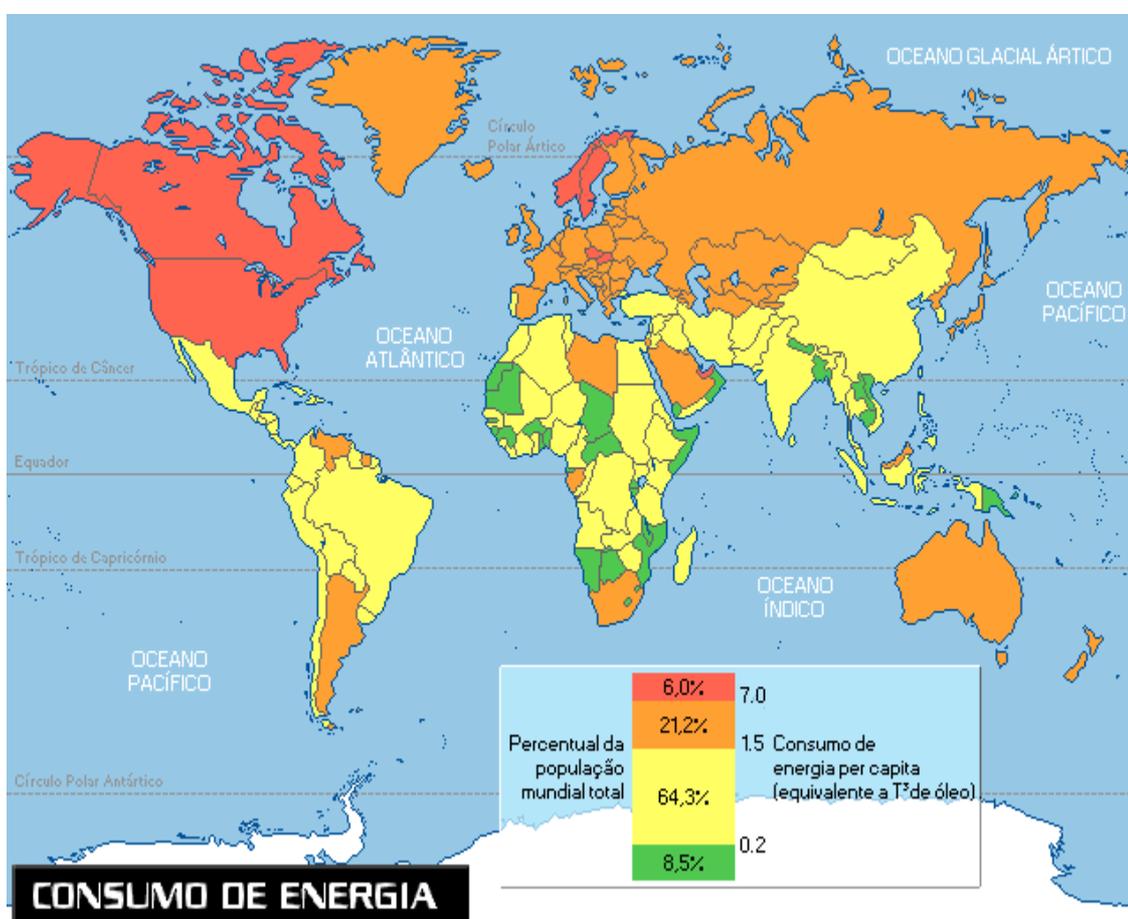


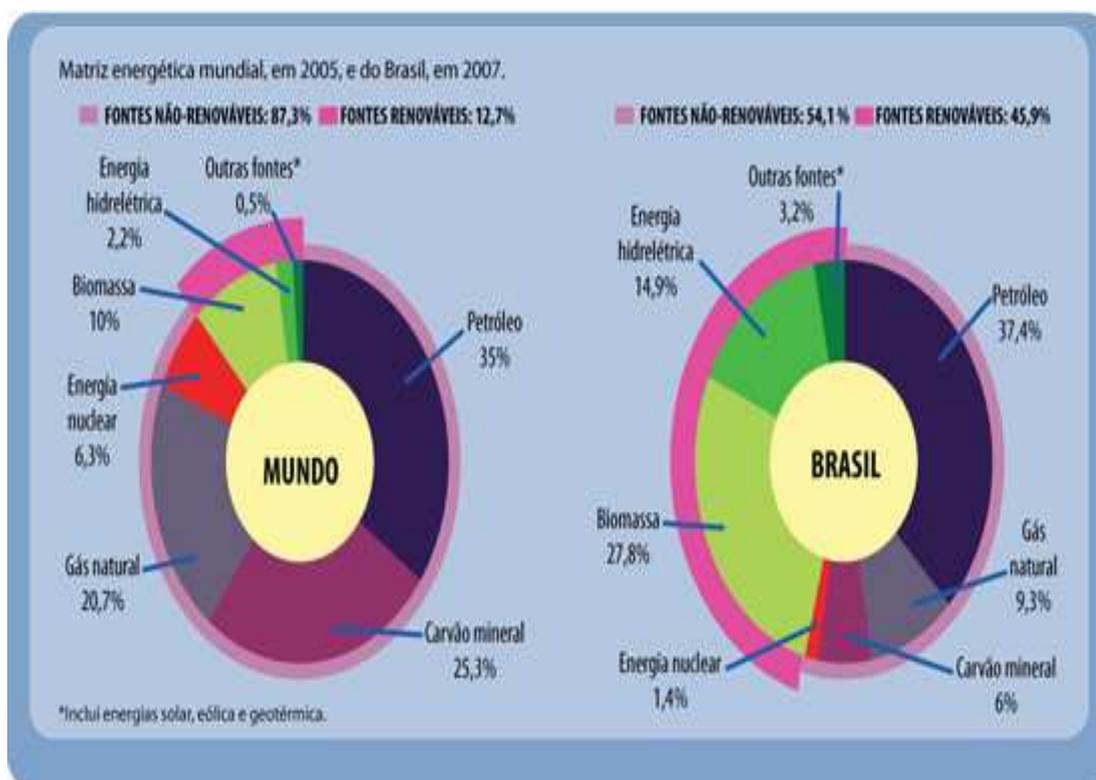
Figura 02: Consumo de energia no mundo.

Fonte: [http://www.google.com.br/search?q=consumo+de+energia+no+mundo&hl=ptBR&rlz=1T4SKPT\\_ptBRBR415BR416&prmd=ivns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=SMA0TfflHoXW0QGZx5W1CQ&ved=0CDwQsAQ&biw=1003&bih=440](http://www.google.com.br/search?q=consumo+de+energia+no+mundo&hl=ptBR&rlz=1T4SKPT_ptBRBR415BR416&prmd=ivns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=SMA0TfflHoXW0QGZx5W1CQ&ved=0CDwQsAQ&biw=1003&bih=440)

Como se percebe neste gráfico, há uma grande diferença de consumo entre os países ricos e os do terceiro mundo, isto é, a energia não é democraticamente distribuída entre os povos. Fica também evidenciado que o número total de pessoas que utilizam pequena quantidade de energia em suas vidas (com frequência insuficiente para uma sobrevivência digna) é bem maior do que o daquelas que

apresentam um consumo energético elevado ou até mesmo excessivo, que muitas vezes leva ao desperdício. Se os pequenos consumidores pudessem e conseguissem se igualar ao grandes, certamente as reservas mundiais seriam insuficientes e as consequências ecológicas deste fato seriam, como não é difícil de se prever, desastrosas.

Apresenta-se, também, o consumo de energia no Brasil e no mundo por fontes. Observe o gráfico abaixo:



**Figura 03: Consumo de energia no mundo e no Brasil, por fontes.**

Fonte: <<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/pratica-pedagogica/questao-energia-brasil-mundo-507241.shtml>>. Acessado em 29/04/2011

Pode-se observar que o mundo, a despeito do comprometimento com o meio ambiente, continua a utilizar especialmente os combustíveis fósseis como fonte energética. Assim, entende-se a grande preocupação de vários países com relação à questão da produção de petróleo e gás e o interesse sobre os conflitos que afetam as áreas produtoras e/ou rotas de transporte desses recursos.

Os combustíveis fósseis são fontes de energia não renováveis, embora o esgotamento das reservas já conhecidas e prováveis ainda deve demorar, mesmo considerando as crescentes necessidades mundiais por energia. No início dos anos

setenta, especulava-se a possibilidade do esgotamento das jazidas de petróleo até a virada do milênio. Atualmente discute-se a possibilidade de ainda existirem reservas exploráveis por pelo menos meio século ou mais. Assim, antes de ocorrer o esgotamento final das jazidas de petróleo, gás natural e carvão, é possível que já se tenha substituído essas fontes energéticas por outras mais limpas devido às pressões ambientais. Seguramente os ecossistemas do planeta e o meio ambiente não resistirão por todo esse período com a perspectiva de aumentar a queima dos combustíveis fósseis. Pelo bem da humanidade e dos ecossistemas do Planeta Terra, precisa-se trabalhar para tornar viáveis novas alternativas de energias limpas.

### **Energia nuclear e energia hidroelétrica no mundo**

A energia utilizada mundialmente provém, em grande parte (mais de 60%), da queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural etc.). Uma outra parte importante é fornecida pelas centrais nucleares e pelas diversas fontes de energia renovável (hidroelétrica, solar, eólica, madeira etc.). Os dados correspondentes ao consumo de cada uma são, porém, poucos confiáveis, principalmente aqueles do terceiro mundo, nos quais essa costuma ser a principal fonte de energia. Os valores mais dignos de confiança, referentes ao consumo mundial, são os que se referem à energia nuclear e à energia hidroelétrica.

A energia hidrelétrica não é poluidora, mas traz impacto ambiental quando forma grandes reservatórios alagando grandes áreas, alterando o ecossistema local e dificultando o deslocamento dos peixes, impedindo-os de subirem o rio para a desova. Você já deve ter percebido a preocupação, no momento de enchimento dos lagos das hidrelétricas, de se proceder a uma captura e remanejamento dos animais que ficam ilhados e ameaçados de afogamento. As usinas também provocam um impacto social levando ao deslocamento das populações ribeirinhas e alterando seu meio de vida.

Existem problemas técnicos que interferem no custo desse sistema. Quando localizadas longe dos centros de consumo, torna-se necessário a construção de grandes linhões de transmissão de energia, com custo elevado e perda de um percentual da energia transmitida. Outro problema é a dependência da regularidade das chuvas. Em períodos prolongados de seca corre-se o risco de desabastecimento como na recente crise energética brasileira.

O Brasil possui reservas de urânio em quantidades consideráveis (sexta maior do mundo), suficientes para o abastecimento interno e para exportação. Uma usina nucleolétrica não provoca danos ambientais significativos: ocupa uma área muito menor que uma represa de hidrelétrica e não emite poluentes para a atmosfera. Sua instalação pode ser feita próximo aos centros consumidores o que

reduz o custo com a transmissão de energia e com pouco urânio se consegue grandes volumes de produção energética.

Entretanto o custo de instalação de uma usina nuclear ainda é alto. Elas têm se tornado cada vez mais seguras, mas ainda teme-se o risco de um acidente nuclear com o de Chernobyl, que provoque vazamentos radioativos e a morte de milhares de pessoas. Outro problema com relação ao uso desse tipo de energia é o destino do lixo nuclear que ninguém quer e deve ser armazenado com todo cuidado e proteção até perder seu perigo letal.

Fontes:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **CURSO DE FÍSICA**. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2010. p. 300–301. (Adaptado).

<http://estacaodoconhecimento.com.br/folderwordpress/wpcontent/uploads/2011/06/Aula-19-Fontes-de-energia-no-Brasil.pdf>

### Questões propostas:

#### Questão 1:

(UNIFESP) A adoção de usinas nucleares para gerar energia voltou ao debate no Brasil em função da anunciada crise energética. Entre as implicações mais graves que este modelo de geração de energia cria, está:

- a) O aumento do poder militar do Brasil, que ganhará um posto no Conselho de Segurança da ONU.
- b) O lixo atômico, cuja atividade prolonga-se por gerações.
- c) A ameaça de explosão por ambientalistas radicais.
- d) A obrigação do país de não produzir armas nucleares, que mantém o status nuclear mundial.
- e) O risco de acidentes fatais, dado o vazamento frequente de material radioativo.

#### Questão 2:

(UFSC)

“Coitada da bomba atômica Que não gosta de matar Mas que ao matar mata tudo Animal e vegetal Que mata a vida da terra E mata a vida do ar Mas que também mata a guerra...”
--

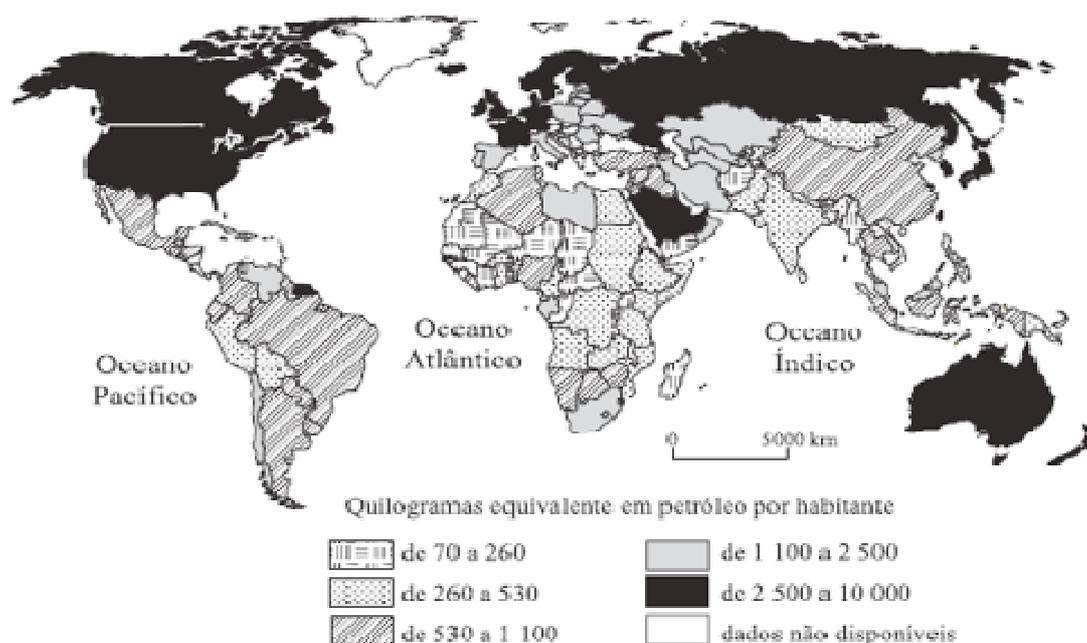
Sobre a energia atômica no mundo globalizado e no Brasil, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

- Devido ao baixo custo de instalação, as usinas nucleares estão se multiplicando em todos os continentes.
- Após a Segunda Guerra Mundial, grande parte dos investimentos na pesquisa atômica originou-se de interesses militares.
- O átomo, a água, o vento, o petróleo e o biogás são fontes de energia renováveis.
- O urânio é encontrado em quase todo o planeta, mas são poucos os países, como o Brasil, em que sua exploração tem viabilidade econômica.
- As Regiões Norte e Sudeste do Brasil têm utilizado as usinas term nucleares em virtude da pouca disponibilidade de recursos hídricos.

**Questão 3:**

(UNIFESP) Observe o mapa e a legenda.

CONSUMO DE ENERGIA EM 2003.



Fonte: Manière de Voir n. 81, Le Monde Diplomatique, 2005. (Adaptado). Disponível em: <[http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr\\_cap11](http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr_cap11)>. Acessado em: 29 abr. 2011.

O mapa indica:

- uma concentração de países que consomem mais energia, resultado da globalização dos investimentos econômicos.
- um desequilíbrio no acesso à energia entre países do antigo bloco socialista, devido ao controle imposto pelo FMI.
- um desequilíbrio no consumo energético gerado pelas diferenças tecnológicas e de renda entre países do mundo.

- d) uma concentração de países com baixo consumo energético na África, graças à migração populacional das áreas rurais.
- e) um desequilíbrio no consumo energético entre países europeus, em razão de investimentos realizados em países periféricos.

**Questão 4:**

*Homenagens e protestos relacionados aos 20 anos da tragédia de Chernobyl foram realizados hoje em diversas cidades da Europa (26/04/2006).*



Fonte: <[http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr\\_cap11](http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr_cap11)>. Acessado em: 29 abr. 2011.

(PUC-RIO) A charge apresentada, além de lembrar os tristes acontecimentos ocorridos há vinte anos, após o acidente na usina termonuclear de Chernobyl, na Ucrânia, lembra que seus efeitos ainda estão presentes. Ao que parece, os impactos ambientais no continente europeu continuam a causar preocupação em escala mundial.

Das opções a seguir, marque a única que **NÃO** corresponde a uma preocupação relacionada ao uso e à produção desse tipo de matriz energética.

- a) a alta rentabilidade da produção e comercialização de tal energia pode não compensar os eventuais problemas socioambientais e políticos causados pelo vazamento de lixo tóxico das usinas.
- b) os projetos de usinagem termonuclear da atualidade estão ligados, na sua totalidade, a desejos geopolíticos preocupantes de países que têm por objetivo o desenvolvimento de um arsenal nuclear que poderá, dentre outros problemas, acionar conflitos regionais de impactos globais.

c) os custos na construção de um sistema de proteção das usinas termonucleares são muito superiores aos gastos com a manutenção de usinas hidroelétricas, apesar destas, no continente europeu, dependerem dos aspectos morfoclimáticos.

d) o perigo de doenças graves causadas pelo contato com produtos agrícolas, água potável, ar atmosférico e outros materiais contaminados por radioatividade fazem com que, constantemente, movimentos políticos diversos e a sociedade civil organizada lutem pela não-proliferação da produção e comercialização desse tipo de energia.

e) o acúmulo de lixo tóxico gerado pelas usinas necessita de cuidados especiais de longo prazo e a proteção permanente para os efeitos nocivos da radioatividade não é consenso entre os pesquisadores.

#### **Questão 5:**

(ENEM/2002) "A idade da pedra chegou ao fim, não porque faltassem pedras; a era do petróleo chegará igualmente ao fim, mas não por falta de petróleo".

**Xeique Yamani, Ex-ministro do Petróleo da Arábia Saudita. "O Estado de S. Paulo", 20/08/2001.**

Considerando as características que envolvem a utilização das matérias-primas citadas no texto em diferentes contextos histórico-geográficos, é correto afirmar que, de acordo com o autor, a exemplo do que aconteceu na Idade da Pedra, o fim da era do Petróleo estaria relacionado

- a) à redução e esgotamento das reservas de petróleo.
- b) ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia.
- c) ao desenvolvimento dos transportes e consequente aumento do consumo de energia.
- d) ao excesso de produção e consequente desvalorização do barril de petróleo.
- e) à diminuição das ações humanas sobre o meio ambiente.

#### **Questão 6:**

(UFOP) "Não existe geração de energia sem impacto ambiental. Esse impacto só será reduzido, se diminuirmos o consumo", ressalta o pesquisador da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, Gilberto Januzzi, em matéria publicada em 12/12/2004 no site <http://www.comciencia.br>.

Dentre as fontes de energia indicadas abaixo, assinale a opção que apresenta a fonte alternativa de menor impacto ambiental.

- a) construção de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs);

- b) construção de usinas térmicas que aproveitam a energia do urânio e do plutônio;
- c) geração de energia a partir dos ventos (eólica);
- d) utilização de bagaço da cana e de biogás de lixo (biomassa).

Fonte: GEOGRAFIA para todos. **Geografia geral e do Brasil**. Capítulo 11: A infraestrutura energética no mundo. Disponível em: <[http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr\\_cap11](http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php?pag=geobr_cap11)>. Acesso em: 10 abr. 2011.

### Material de apoio para o professor e para o aluno:

#### Livro indicado para leitura sobre esse assunto:

VEIGA, José Eli da. **Energia nuclear: do anátema ao diálogo**. 1 ed. São Paulo: SENAC, 2011.

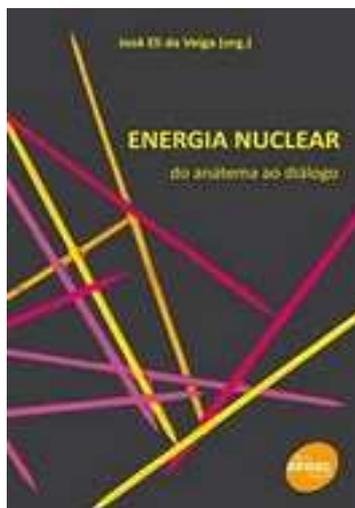


Figura 04: Capa do livro Energia nuclear: do anátema ao diálogo.

Fonte: <<http://inovabrazil.blogspot.com/2011/03/energia-nuclear-do-anatema-ao-dialogo.html>>.

A reportagem abaixo versa sobre o livro citado acima.

#### Futuro da energia nuclear no Brasil

André Gravatá



A situação no Japão continua complicada. Ontem, 19 trabalhadores foram feridos e 20 expostos à radiação numa operação no complexo nuclear de Fukushima, na tentativa de reativá-lo. Autoridades japonesas já admitiram que o acidente nuclear poderá causar impactos negativos na saúde dos japoneses e cerca de 200 mil pessoas foram evacuadas, nos últimos dias, em um raio de 20km da usina de Fukushima. (crédito: Digital Globe)

**São Paulo** - Ocorreu nesta quarta o lançamento do livro “Energia nuclear: do anátema ao diálogo”, organizado pelo economista José Eli da Veiga, publicado pela editora SENAC.

O lançamento aconteceu no mesmo momento em que a crise nuclear se agrava no Japão. Por causa do terremoto ocorrido no dia 11, de magnitude 9 na escala Richter, e do forte tsunami que seguiu, os geradores da usina nuclear de Fukushima foram afetados. Assim, o sistema de resfriamento do complexo parou de injetar água nos reatores, o que desencadeou explosões e o temor de vazamentos radioativos a qualquer momento.

Em debate, na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da USP, estiveram presentes o organizador do livro, o físico nuclear e professor do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP José Goldemberg e Leonam dos Santos Guimarães, assistente do diretor-presidente da Eletronuclear. Na discussão, falou-se sobre o futuro da energia nuclear no Brasil.

“A matriz energética brasileira prevê a expansão do parque nuclear baseada em hipóteses que são irrealistas”, disse Goldemberg. Segundo ele, as previsões indicam que o Produto Interno Bruto (PIB) nacional vai crescer junto com a necessidade de energia, enquanto em todos os países da Europa e nos EUA o PIB tem crescido muito mais rápido do que o consumo de energia. “Essa ideia de que nós vamos precisar de tanta energia no ano 2030 e que a energia nuclear é essencial para a matriz energia brasileira é simplesmente incorreta”, comentou Goldemberg.

O professor também destaca que o sistema brasileiro precisa de complementação térmica. No Brasil, disse ele, a complementação térmica pode vir tanto de energia nuclear quanto de biomassa e de gás. E as contribuições desses três fatores devem ser pesadas. Isso não significaria que o programa nuclear brasileiro precisaria ser abandonado, mas a expansão dele é altamente questionável. "Com o aumento dos riscos, como se verificou agora, no Japão, é de toda a prudência adotar uma postura como a dos países europeus e rever os programas de expansão nuclear".

### **Efeitos devastadores**

Ricardo Baitelo, coordenador da Campanha de Energias Renováveis do Greenpeace Brasil, defende a abolição do seu uso. "Nosso país depende muito pouco de energia nuclear. Mas nem por isso a gente não poderia reduzir o que já temos. Temos um potencial enorme na geração de outras fontes renováveis, principalmente energia eólica, biomassa, hídrica e solar", afirma.

O Greenpeace realizou um estudo, chamado Revolução Energética, no qual se projetou que o Brasil poderia crescer sem a ampliação das usinas nucleares e até desativando as que a gente tem no futuro, conta Baitelo.

Segundo ele, os efeitos devastadores da energia nuclear não se comparam a nenhum outro tipo de geração energética. "Quando há um grande desastre hidrelétrico ou um acidente numa torre eólica, essas ocorrências vão se restringir a um determinado número de pessoas e locais, o problema da energia nuclear é que a possibilidade de ameaças invisíveis, que podem perdurar por centenas (ou milhares) de anos e se estocar no organismo humano", ressalta.

O Greenpeace pede que a construção de Angra 3 seja paralisada e considera, no mínimo, uma revisão do projeto de expansão nuclear em função de novos parâmetros de segurança.

Já Guimarães, da Eletronuclear, não vê nenhum sentido em acabar com a energia nuclear. "Respeito essa opinião, mas não vejo razão nessas posturas radicais", comenta. Em relação a uma reavaliação dos planos futuros do Brasil no tocante à energia nuclear, ele acredita "que não é o caso de uma reanálise do

programa, mas, sem dúvida, todos vão considerar o que aconteceu e melhorias serão incorporadas às instalações”.

Para ele, o evento que está ocorrendo no Japão não muda em nada o conjunto de premissas, critérios e necessidades que determinam o planejamento energético individual de cada país.

### **Decisões mais democráticas**

O economista José Eli da Veiga aponta que o modo como foi aprovado o projeto de expansão energética brasileira deveria ser mais democrático. “O que não entendo é que não passe pelo Congresso a discussão, por exemplo, sobre se vamos ou não fazer uma quarta usina nuclear. Não estou dizendo que tenha que aprovar uma lei para estabelecer esse plano. O ponto é que nós temos um Congresso que discute coisas muito menos importantes do que essa. E por mais defeitos que o Congresso tenha, ele é sensível a uma grita da sociedade”, comenta.

Atualmente, há cerca de 2300 pessoas no canteiro de obras de Angra 3. Se, por um lado, há quem defenda a revisão do plano e até a abolição do uso de energia nuclear, em contrapartida, muitos consideram que o plano não deve ser revisado e até descartam a possibilidade de no futuro ocorrer uma crise nuclear no Brasil.

Goldenberg ainda aponta outra questão do plano energético brasileiro que impacta grandemente na análise da quantidade de energia que deverá ser produzida futuramente, o que está relacionado com a necessidade ou não de mais usinas, sejam nucleares, sejam de outras matrizes. “No plano de expansão brasileiro, a conservação de energia quase não aparece. Mas, por exemplo, de 1973 a 1998, o consumo de energia nos países industrializados da Europa toda seria 50% maior do que ela foi efetivamente. Eles realizaram uma redução considerável do consumo de energia”.

Como disse Sérgio Abranches em artigo publicado esta semana, o real nunca segue o roteiro previsto. Por isso, em meio a tantas controvérsias em torno da energia nuclear, o economista José Eli da Veiga considera “que a discussão precisa ser reaberta, agora com o envolvimento da população”.

Fonte: <<http://www.oeco.com.br/reportagens/24886-futuro-da-energia-nuclear-no-brasil>>.

**Questão proposta:**

Leia os relatos abaixo, expressando opiniões sobre o consumo de energia por fontes. Escolha a opinião que melhor se ajusta ao seu pensamento e produza um texto, expressando sua posição com relação aos prós e os contras a respeito do consumo de energia nuclear.

**Internauta Camilla:** A energia nuclear precisa se ausentar. Está longe de ser uma energia limpa e segura. Revolução Energética Já. E luto pelo Japão.

**Internauta Bryan:** É verdade que o Brasil possui maneiras muito mais seguras de se produzir energia, porém após a energia eólica e a solar, a energia nuclear é limpa, não renovável sim, mas limpa. Atualmente o problema da produção de energia por termonucleares é a estocagem dos resíduos radioativos, uma vez resolvido esse problema, ela se torna eficiente. Porém, a crise japonesa nos faz pensar melhor na implantação de tal tecnologia com base na premissa de que o nosso planeta está em constante movimentação, mudanças... Antes de sairmos implantando usinas por aí deveríamos investir em tecnologias preventivas que vão desde a detecção de catástrofes como a do Japão até à minimização de tragédias causadas por esses acidentes.

**Internauta Inacreditável:** Para aqueles que acham que energia nuclear é uma "energia limpa", vão até o Japão ajudar na limpeza dos reatores ou das áreas vizinhas ou nadar nas proximidades... Parte do país está praticamente condenada; muita gente ainda não conseguiu enxergar a extensão da tragédia.

NÃO EXISTE produção de energia através da FISSÃO NUCLEAR que seja 100% SEGURA. Só isso já deveria ser suficiente para encerrar qualquer plano para aumentar a matriz energética do país através dela. Os danos seriam simplesmente irreparáveis. Como pode um Sr. Guimarães garantir a segurança de milhões de pessoas e das próximas gerações.

As consequências também não se limitam apenas ao local do acidente. Eles são transportados pelas correntes de vento e alguns materiais radioativos permanecem "vivos" por milhares de anos como é o caso do plutônio. Ou seja, uma

pessoa que carrega dentro de si partículas radioativas pode até ser cremada que estas não desaparecerão. Formarão um monte de CINZA RADIOATIVA e contaminarão tudo aquilo onde se incorporar: alimentos, lençol freático, rios, lagos etc. Quem se responsabiliza? Por um acaso seriam os responsáveis pela aprovação de tal insanidade, assim como todos seus descendentes?

Leiam a respeito da contaminação de grandes regiões na Bósnia, no Iraque, no Afeganistão e Paquistão, onde os norte-americanos utilizaram munição que utiliza urânio enriquecido: seus habitantes sofrem cada vez mais de problemas de má formação genética! Quem é o responsável por isso? Saddam Hussein?

Fonte: <<http://www.oeco.com.br/reportagens/24886-futuro-da-energia-nuclear-no-brasil>>.

#### **Outros textos relacionados ao tema:**

COMBUSTÍVEIS fósseis e fontes de energia renováveis. **Revista do professor atualidades.** p. 66–71. Disponível em: <<http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/33/arquivos/Ciencias%20da%20Natureza%20Parte%204.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

FONTES de energia no Brasil. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3371574/Geografia-Aula-19-Fontes-de-energia-no-Brasil>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

QUEIROZ, Renato. Acidente nuclear de Fukushima: dilema para o planejamento energético mundial. **Ambiente energia.** Disponível em: <<http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2011/04/acidente-nuclear-de-fukushima-dilema-para-o-planejamento-energetico-mundial/10660>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

### UNIDADE DIDÁTICA 3 – A militarização da Física<sup>23</sup>

#### Objetivos:

- Entender e analisar a relação entre o desenvolvimento da ciência e o poder;
- Destacar o “como” e o “porquê” a Física se desenvolveu de forma exorbitante nos períodos das guerras;
- Conhecer alguns cientistas e seu trabalho que de forma crítica se opuseram aos dogmas impostos pelo complexo militar industrial;
- Desmistificar a figura do cientista físico, apresentando-o como imagem real e engajada politicamente;
- Entender como a fragmentação da ciência de seu caráter filosófico gera catástrofes desumanas;
- Entender como o desenvolvimento da Física serviu durante muito tempo para fortalecer o capital;
- Verificar e analisar se o progresso da humanidade só pode seguir à custa de guerras;
- Analisar como o desenvolvimento da tecnologia para abastecer e satisfazer a realidade burguesa da guerra acabou tendo repercussões humanísticas.

**Duração:** 1 aula de 50min.

**Número de participantes:** A critério do professor. No caso dessa sequência, trabalhou-se com os 15 alunos da turma.

---

<sup>23</sup> Recomenda-se a aplicação desta unidade didática no momento em que o professor iniciar o estudo da Lei da Conservação da Quantidade de Movimento. Ramo este da Física que foi responsável por descobertas importantes como a do nêutron e que impulsionou um novo modelo para o átomo, proposto por Rutherford e Chadwick. Mais tarde este conhecimento foi usado para desenvolver novas armas de guerra, como por exemplo, a bomba de fissão.

**Material:**

- Texto em folha xerografada.

**Desenvolvimento:**

- a) Providenciar a cópia do texto sobre “A militarização da Física”
- b) Fazer a leitura do texto com os alunos, possibilitando comentários/críticas por parte deles.

**Texto:** A militarização da Física

Elismar Cândido da Silva

A fragmentação da ciência de sua crítica filosófica tem como fundo pernicioso o dogmatismo da aplicação desta ciência para atender o complexo militar industrial. O desenvolvimento da Física especificamente serviu durante muito tempo para fortalecer o capital, não importando o recrudescimento da miséria conjecturada em países pobres, tendo como enredo cognoscível a usura e hegemonia dos países dominantes. Assim, ao longo da história da humanidade, a ciência evoluiu de forma sistemática para atender aos interesses daqueles que detêm os meios de produção.

Segundo Rosa (2005, s.p.) “desde Galileu fica claro que há uma relação entre ciência e poder”. Assim, o complexo militar industrial apropriou-se do saber para a produção de armamentos bélicos não importando as consequências desastrosas que poderiam causar. Fato este que culminou com o lançamento das bombas nucleares nas cidades de Hiroshima e Nagasaki.

Sensibilizados com as causas sociais, muitos cientistas mesmo sob pressão do governo se opuseram a trabalhar para o grande escalão militar que tem a guerra como prioridade. Exemplificando este fato, Bohr, que inicialmente estava trabalhando no projeto da construção da bomba atômica norte-americana, por questões éticas, resolveu se opor ao investimento cognoscível da tecnologia da

guerra liderada pelos Estados Unidos. Sendo assim, Bohr sofreu acareação e ameaças as quais estão apresentadas abaixo:

Churchill tentou convencer Roosevelt a prendê-lo. O memorando resultante da reunião dos dois, em Hyde Park, em setembro de 1944, estabelecia que: "A atividade do professor Bohr será submetida a um inquérito e medidas serão tomadas para assegurar que ele não seja responsável por fugas de informações, em particular para os russos". Segundo Goldschmidt, Churchill chegou a referir-se a um "crime passível de pena de morte" (Grifos do autor, ROSA, 2005, s.p.)

Ainda de acordo com Mészáros (2004, p. 276), além de Einstein, Norbert Wiener, por exemplo, condenou o massacre de Nagasaki e recusou-se a trabalhar em um projeto de desenvolvimento de computadores pela marinha norte-americana. *A priori*, a supremacia do poder governamental norte-americano e de outros países ricos é elucidada com eloquência. Essa é baseada em regras e discursos alienadores de se fazer armas nucleares a favor da guerra para garantir o chamado direito moral de usá-las para prevenção e proteção; mesmo que essas ideias estejam legitimadas em premissas de combate a países que jamais tiveram armas nucleares, conforme se apresenta a seguir.

Em prol de uma Física que se intitulasse como "a Grande Ciência" em sua palestra aos estudantes do instituto de Tecnologia da Califórnia, realizada em 16 de fevereiro de 1931, Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 281) observou:

A preocupação com o próprio homem deve sempre constituir o principal objetivo de todo esforço tecnológico, preocupação com os grandes e não resolvidos problemas de como organizar o trabalho humano e a distribuição dos bens de consumo de maneira a assegurar que os resultados do nosso pensamento científico possam ser uma bênção para a humanidade, e não uma maldição. Jamais se esqueçam disso quando estiverem refletindo sobre seus diagramas e equações.

Os desapontamentos de Einstein ao aderir a luta por uma ciência humanística o fez rejeitar (em 5 de janeiro de 1951) o convite do editor *Bulletin Of the Atomic Scientists* para escrever um artigo que apresentasse "uma visão da perspectiva

pacifista”. Além disso, Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 280) respondeu que um apelo à razão seria totalmente inútil na atual atmosfera poluída. Expressando sua solidariedade à pacifista militante Rosika Schwimmer, escreveu:

A paz mundial, tão urgentemente necessária jamais será alcançada a menos que os melhores cérebros se oponham ativamente aos órgãos de autoridade e as forças reais que estão por trás da autoridade. O sucesso só virá quando um número suficiente de pessoas influentes tiver a coragem moral de adotar uma atitude desse tipo.

Richard Ennals, além de se contrapor a participar do programa Alvey, explicitava em seu livro “Star Wars: A Question of Initiative”, os objetivos reais conflitantes do poderoso complexo militar industrial com a sua real face. Ele apresentava em seu livro o quadro do governo britânico vendendo-se descaradamente à máquina militar norte americana. Porém, recolheram-no alguns dias antes de ser publicado (MÉSZÁROS, 2004)

Conhecedor do progresso da ciência destinada para fins destrutivos Einstein (*apud* MÉSZÁROS, 2004, p. 282), um mês antes de sua morte escreveu uma carta ao velho amigo Max von Laue:

Minha ação quanto à bomba atômica e Roosevelt consistiu meramente ao fato de que, em razão do risco de Hitler ser o primeiro a possuir a bomba, assinei uma carta ao presidente que foi redigida por Szilárd. Se eu soubesse que aquele medo era injustificado, eu, assim como Szilárd, jamais teria participado da abertura desta caixa de Pandora. Pois minha desconfiança em relação aos governos não se limitava ao da Alemanha.

Mesmo sabendo que incontáveis membros da comunidade científica se acomodaram e fizeram concessões não podemos nos esquecer do trabalho de Einstein e de outras mentes brilhantes, conforme explicita a citação acima, que tentaram a todo esforço tolher a ideologia dominante da guerra. Isso remete e abomina a criação da figura mítica a qual a sociedade tem acerca dos cientistas, como sendo os únicos responsáveis pela aplicação do conhecimento em prol

apenas do uso destas tecnologias para dizimar e destruir a população, fato este que é alimentado pelo capitalismo opressor.

A luta por uma Física como ciência humanística deve ir para além dos muros da escola, dos laboratórios, onde a educação e a pesquisa devem ter um caráter de desenvolvimento contínuo da consciência socialista. Nessa perspectiva dialética, a sociedade poderá rever e criticar os conceitos míticos que se tem acerca da figura do cientista, considerando-o um estudioso que tem por finalidade a fabricação de bombas nucleares.

O que se verifica aqui é a mera deturpação da imagem do cientista, a fim de esconder o precursor do extermínio da grande massa esmagadora de homens que sofrem com o uso indiscriminado da ciência para fins maléficos, ocultando o complexo militar industrial como agente ativo dos motivos reais da guerra e produção de armamentos bélicos.

O fato é que na sociedade contemporânea e durante o período da Segunda Guerra mundial grande parte dos recursos financeiros dos estados foi e ainda é destinada à ciência e tecnologia da guerra, controlada direta ou indiretamente pelo complexo militar industrial. De acordo com Pimenta (2008, s. p.), citando um estudo do SIPRI, Instituto Internacional de Pesquisa da Paz de Estocolmo, os gastos militares em todo o mundo aumentaram 45% nos últimos dez anos. Rússia e China, liderados por Estados Unidos, estão no topo da lista dos países que mais compraram armas. Somente entre 2006 e 2007 o aumento dos orçamentos militares desses países foi de cerca de 6%. Concordando com esses dados supracitados, Mézáros (2004, p. 285) declara que “mais de 70% de toda a pesquisa científica dos Estados Unidos é controlada pelo complexo militar industrial, e na Grã-Bretanha o dado equivalente corresponde a mais de 50%, sendo crescente em ambos os países”.

A medicina de emergência foi, no princípio, um esforço exclusivo da medicina militar. Era necessário cuidar dos feridos e, para isso, havia durante os combates uma equipe responsável por socorrê-los e levá-los a um lugar seguro para as devidas atenções. Atualmente, os hospitais de emergência, em que muitos dos atendimentos se assemelham aos prestados em uma frente de guerra, são uma necessidade inquestionável da vida civil (MEDICINA, 2002, s. p.)

Einstein em sua palestra aos estudantes do Instituto de Tecnologia da Califórnia, realizada em 16 de fevereiro de 1931, criticou a ciência aplicada pela maneira como ela realmente contribui para a miséria humana, em vez de utilizar seu grande potencial positivo, tornando claro que o que deve ser combatido é a inserção social escravizante da ciência aplicada e a consequente insegurança da existência dos trabalhadores (MÉSZÁROS, 2004, p. 281).

O engenheiro, o advogado, o médico, enfim, o cidadão comum precisa saber das implicações que tem o desenvolvimento tecnológico nas mudanças geradas na nossa forma de vida. Precisam desmistificar, no seu cotidiano, a 'pseudo-autoridade' científico-tecnológica de alguns iluminados que por terem tido acesso a uma educação mais apurada, por questão também de oportunidade e não apenas de competência, decidem os destinos de todos os que, como eles, fazem parte de uma sociedade (BAZZO, 1998, s. p.).

Assim, a Física que deveria ter um aspecto emancipador, capaz de mudar a realidade crítica, na qual se encontra a esmagadora massa de seres humanos, acaba corroborando para produções nada humanistas.

## REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antônio. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/walterpor.htm>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

MEDICINA de guerra e de emergência são semelhantes. **Com Ciências – Ciências e Guerra**. 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/guerra/guerra09.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

MÉSZÁROS, István. **O poder da ideologia**. São Paulo: Boitempo, 2004. p. 565.

MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008. p. 126.

PIMENTA, Rui Costa. O imperialismo e a guerra. In: A crise mundial. **Revista PUC Viva**, São Paulo, n. 32, p. 25 - 28. jul./set. 2008. Disponível em:

<<http://www.apropucsp.org.br/apropuc/index.php/revista-puc-viva/30-edicao-32/162-o-imperialismo-e-a-guerra>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

ROSA, Luiz Pinguelli. **A física entre a guerra e a paz**: reflexões sobre a responsabilidade social da ciência. São Paulo, v. 57, n. 3, jul/ set, 2005. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252005000300019&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252005000300019&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 jan. 2011.

### **Questões propostas:**

#### **Questão 1:**

Como as guerras interferem no desenvolvimento da Física? Explique.

#### **Questão 2:**

A fragmentação da ciência do seu caráter filosófico gera catástrofes desumanas. Comente a afirmativa e exemplifique.

#### **Questão 3:**

Até que ponto o cientista deve opugnar e lutar contra a criação de novas formas de destruição? Justifique.

#### **Questão 4:**

Como essas formas de destruição, apesar de terem servido ao objetivo inicial, refletem no avanço tecnológico para o bem da sociedade? Justifique e exemplifique.

### **Material de apoio para o professor e para o aluno:**

Texto para leitura e contextualização do tema:

#### **A FÍSICA ENTRE A GUERRA E A PAZ - REFLEXÕES SOBRE A RESPONSABILIDADE SOCIAL DA CIÊNCIA**

Luiz Pinguelli Rosa

É frequentemente evocado que Arquimedes teria queimado navios inimigos

na Grécia, focalizando sobre eles a luz do sol refletida por superfícies espelhadas. Teria sido esta a primeira aplicação militar da ciência ou do saber da filosofia da natureza? O caso é polêmico, pois, segundo Thuillier, não é presumível que tal façanha pudesse ser realizada com os meios disponíveis na Grécia Antiga. Entretanto, são inúmeros os exemplos de desenvolvimentos da física voltados às aplicações bélicas. São mais nítidos os exemplos dos fundadores da mecânica no século XVII. Galileu escreveu um tratado sobre técnicas militares e inventou um compasso para esse fim. No segundo livro dos *Principia* de Newton, há vários tópicos com nítidas aplicações à técnica militar da sua época.

Desde Galileu fica claro que há uma relação entre ciência e poder. Sua posição tornou-se revolucionária, contra as concepções aristotélicas da filosofia escolástica sustentada pela Igreja. Suas duas novas ciências – a mecânica e a resistência dos materiais – eram funcionais às transformações que desembocaram não só na revolução científica do século XVII, mas na revolução industrial dos séculos subsequentes, com a ascensão do capitalismo como forma mais avançada de produção do que o feudalismo medieval. As revoluções que balizaram, no nível superestrutural, o advento da modernidade – a Reforma Religiosa, o Renascimento no campo cultural-artístico e a Revolução Científica – foram frutos de mudanças estruturais em curso na produção econômica e nas relações sociais. Por outro lado, em uma retro alimentação positiva, elas impeliram as mudanças transformando a concepção de mundo. Galileu é um contra-exemplo acerca da ilusão da ciência neutra.

O historiador da ciência J. Bernal toma como um ponto de partida neste tipo de estudo o artigo de Boris Hessen "As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton". Nele, as atividades de Newton são relacionadas ao desenvolvimento da propriedade privada que caracterizou sua época, em que emergiam o capital mercantil e a manufatura enquanto se desintegrava o feudalismo. Hessen relaciona as áreas da física, que se desenvolveram nos anos 1600, com as necessidades econômicas e sociais, incluindo as militares, se é que podemos eticamente considerar estas últimas necessárias. As necessidades apontadas por Hessen estimulavam basicamente o desenvolvimento da mecânica, incluindo a mecânica celeste, a cinemática, a dinâmica e a mecânica dos fluidos, abordadas nos *Principia*, em que Newton sintetizou todos estes assuntos em uma teoria unificada e matematizada, com enorme poder de resolução de problemas práticos. Enquanto os Livros I e III dos *Principia* se ocupam predominantemente com os problemas fundamentais, embora não sem aplicações, o Livro II é voltado às aplicações mais práticas. Servia à balística, à construção naval, às armas de fogo, ao bombeamento de água, à elevação dos minérios nas minas e à navegação. Em contraste com o enorme desenvolvimento da mecânica, os demais campos da física tiveram um desenvolvimento menor, não matematizado, com exceção da óptica, também com aplicação na localização dos corpos celestes, que é útil à navegação.

Outros autores analisaram o desenvolvimento científico extrapolando o seu exclusivo contexto interno. Koyre se inspira na convicção da unidade do

pensamento humano nas suas formas mais elaboradas e procura relacionar o pensamento científico com a história, partindo da hipótese de que a ciência influi e é influenciada por outras ideias não científicas em cada época. Habermas introduz o conceito de interesses que orientam a ciência. Para ele, as orientações básicas da pesquisa não visam à satisfação de necessidades imediatas, mas à solução dos problemas sistêmicos.

Não é trivial reproduzir a análise de Hessen para todo o desenvolvimento da física. Há pontos polêmicos. Mas, parece-nos correta a ideia de procurar identificar a definição da problemática principal, isto é, os campos de pesquisa considerados mais importantes da física e da ciência em geral com as necessidades sociais ou das classes dominantes. Há dois exemplos contemporâneos. Um deles é a prioridade dada à física nuclear e à sua sucessora, a física das partículas elementares, no pós-guerra, com o desenvolvimento das armas nucleares e com a grande esperança depositada na fissão e na fusão nuclear como fonte de energia, ideia hoje controvertida. Outro é o desenvolvimento recente da física do estado sólido, estimulado pela crescente importância da telecomunicação, da microeletrônica e da informática em escala mundial.

No século XX, nas duas guerras mundiais, o poder de destruição cresceu exponencialmente pela aplicação da ciência e da tecnologia aos armamentos, culminando na Segunda Guerra com as bombas de Hiroshima e Nagasaki – um mau legado da ciência para a humanidade. Foi fruto do temor de alguns dos maiores cientistas do século, como Einstein, Fermi, Bohr e Szilard, que propuseram ao presidente norte-mericano Roosevelt desenvolver a bomba antes que a Alemanha nazista a fizesse. Constituiu-se em um dos maiores erros da história da humanidade, pois os nazistas não estavam tendo êxito no desenvolvimento da bomba nuclear. O nazismo, que chegou a tomar grande parte da Europa, foi derrotado por uma aliança do ocidente capitalista com a ex-União Soviética. Com o fim da guerra, intensificou-se no plano ideológico o confronto entre capitalismo e socialismo, cristalizando-se na guerra fria, cujo marco foi a bomba nuclear. As duas superpotências criaram um mundo bipolar, sob a égide da ameaça do holocausto da guerra nuclear.

Nada mais insuspeito do que o general Eisenhower, presidente dos EUA após ter comandado as forças aliadas na guerra, apontando o "complexo industrial militar", que ganhou enorme dimensão com a guerra fria. O conceito de Eisenhower foi analisado em uma conferência da Union for Radical Economics, como se segue. "O estado bélico que construímos [...] tem uma ampla clientela. No alto da pirâmide está o complexo industrial militar, que compreende, em primeiro lugar, o Departamento de Estado [...], a CIA, a NASA. Os almirantes e generais, os cientistas [...] empenham-se ativamente em fortalecer sua influência. Com essa finalidade, cultivam boas relações com congressistas [...] distribuem generosos favores aos legisladores. Antigos militares são enredados numa ampla malha de influência [...]. Os militares são escorados pela vertente industrial desse complexo, isto é, pelas grandes corporações. Algumas dessas corporações destinam o grosso da sua produção aos militares. Infelizmente, com as devidas correções, colocando o Partido no lugar das corporações, o Kremlim no lugar do Departamento de

Estado e a KGB no lugar da CIA, o que se passava na ex-União Soviética não era totalmente diferente.

Até a década de 1960, os jovens que escolhiam a carreira científica não tinham dúvidas sobre sua opção, quanto à finalidade social: era uma atividade voltada para o progresso humano, valorizada tanto pela esquerda como pelos liberais, ainda que alguns malfeitores pudessem fazer um mau uso dos seus frutos. Eram considerados lamentáveis, mas evitáveis casos como o da bomba atômica (de fissão), lançada sobre os japoneses para ameaçar os soviéticos. Hoje, apesar do fim da guerra fria com o colapso da ex-União Soviética, o sistema de poder dominante nos Estados Unidos ameaça com as bombas termonucleares de fusão (piores que as de fissão) toda a humanidade. Rússia, França, Inglaterra e China, seguidos de longe, em muito menor escala, por Israel, Índia e Paquistão são também dotados de armas nucleares, que ameaçam inclusive seus próprios povos. Há o medo de o terrorismo usar um artefato nuclear, o que é perfeitamente possível.

Em 1996, a Assembléia Geral das Nações Unidas aprovou uma proposta para negociação de uma convenção proibindo as bombas nucleares no mundo. As potências nucleares votaram contra e nada fizeram neste sentido. Nos EUA, a National Ignition Facility foi instalada para desenvolver bombas nucleares mais avançadas, mantendo o arsenal nuclear atualizado.

Era esperado que com o avanço da ciência, o desenvolvimento das forças produtivas decorrentes, aliviaria o pesado fardo dos trabalhadores, cujo esforço muscular é substituído pela potência das máquinas alimentadas pelas fontes de energia apropriadas da natureza e postas a serviço dos homens. Eram supostas provisórias, e superáveis com o progresso, as terríveis condições de trabalho da fábrica, tão bem ilustradas por Chaplin em *Tempos modernos*: seus gestos comandados pela organização da produção taylorista, seu ritmo dado pela velocidade da linha de montagem do fordismo, seu cérebro substituído pelos dos gerentes, técnicos, engenheiros, cientistas. O próximo passo na era da informática é a robotização da produção. Será esta a saída que a ciência e a revolução tecnológica atual oferecem, o maravilhoso mundo dos serviços, pós-industrial? Talvez, mas há certo ceticismo quando se observa como as populações asiáticas, africanas, latino-americanas, bem como os pobres e imigrantes nos países ricos são contempladas neste mundo.

### **O próximo passo na era da informação é a robotização da produção**

Embora seja antiga a crítica ao progresso técnico sem limites foram os movimentos sociais das últimas décadas do século XX – o ecologista, o antinuclear e o pacifista – que a trouxeram à consciência de muitos. Não se trata de engrossar o coro das carpideiras com saudade dos velhos bons tempos, em que a poluição não atingia tanto as classes média e alta nos seus bairros verdes e tranquilos, mas os mais pobres chafurdavam, tanto quanto hoje, em locais insalubres, expostos a doenças infecciosas. Nem se trata de aderir ao pós-modernismo anticientífico. A expectativa de vida aumentou e a mortalidade infantil diminuiu. Ser contra a penicilina, um produto da ciência,

como ser contra o rádio, a televisão, o motor à explosão e tudo que a tecnologia deu, parece ser estéril. Negar as leis de Newton e a teoria da relatividade de Einstein seria tão equivocado quanto mistificar a ciência sem procurar ver suas contradições e suas limitações.

Einstein, provavelmente o maior físico após Newton, escreveu sobre essa questão em "Minhas idéias e opiniões". Ele viveu o drama de ter sido um dos físicos que aconselharam o presidente Roosevelt a desenvolver a bomba atômica, com medo de que os nazistas a fizessem e, com ela, ampliassem a mortandade da Segunda Guerra e subjugassem a humanidade aos seus propósitos inumanos e anti-sociais.

Paradoxalmente, Einstein e alguns dos físicos que foram os responsáveis diretos ou indiretos pela bomba atômica tinham profundas preocupações éticas. O mesmo não é verdade para os que se engajaram em pesquisas para o aprimoramento das armas nucleares, seja a soldo dos projetos militares, seja em nome da neutralidade da ciência, realizando estudos acadêmicos estimulados e financiados pela sua aplicação militar potencial. Ao contrário destes, alguns dos pais da bomba atômica eram éticos ainda que nem sempre tenham sido coerentes politicamente com seus objetivos. Muitos livros têm sido publicados a esse respeito com o testemunho de vários daqueles físicos. Bunge, mais como epistemólogo do que como físico, escreveu o livro *Ética e Ciência*.

A relação entre ciência e armamentismo está inserida em um contexto que empurra, através dos valores do patriotismo ou de ideologias, os cientistas a colaborar para a tecnologia da guerra. O problema que aqui se coloca é o da situação limite no caso específico em que uma sociedade se une e se organiza para defender-se contra o ataque de um inimigo invasor e brutal, como ocorreu na Segunda Guerra Mundial. Isso levou importantes cientistas a colaborar no esforço de guerra dos aliados. Aí se insere a questão das armas nucleares propostas por físicos contra a Alemanha, mas lançadas pelos EUA no Japão após a capitulação dos alemães, contra a vontade de Bohr, que saiu do projeto e ameaçou advertir os soviéticos, então aliados, sobre a bomba. Churchill tentou convencer Roosevelt a prendê-lo. O memorando resultante da reunião dos dois, em Hyde Park, em setembro de 1944, estabelecia que: "A atividade do professor Bohr será submetida a um inquérito e medidas serão tomadas para assegurar que ele não seja responsável por fugas de informações, em particular para os russos". Segundo Goldschmidt, Churchill chegou a referir-se a um "crime passível de pena de morte". Bohr foi um dos criadores da mecânica quântica, autor do primeiro modelo quântico do átomo, um dos maiores físicos do século XX.

A questão é até que ponto deve o cientista colaborar nessa situação limite mobilizando seu conhecimento científico para criar novas formas de destruição. O problema não é simples, exigindo uma análise cuidadosa do papel do cientista e do enorme poder da apropriação do seu saber para aplicações tecnológicas fora de controle racional e ético. Em que grau há responsabilidade do cientista sobre o fruto do seu trabalho e o quanto ele tem consciência do significado do que produz nas suas pesquisas? Isso exige uma

abertura da consciência do cientista quanto ao alcance e à limitação da ciência. O pesquisador geralmente escolhe seu assunto sem consciência do que dele pode resultar, acreditando sinceramente estar autonomamente decidindo, movido pelo desafio, pela curiosidade ou pelo interesse de resolver problemas úteis à sociedade. Em especial é assim que se faz o trabalho acadêmico nas universidades. O direcionamento da pesquisa se dá globalmente pela destinação das verbas pelos órgãos de fomento à ciência ou pelas linhas editoriais das revistas científicas de maior prestígio ou dos comitês de organização das conferências internacionais, que podem ser suscetíveis a estímulos de fora da ciência. Kuhn descreve os profissionais das ciências físicas trabalhando exaustivamente dentro de um paradigma até o exaurir e abrir então o espaço para as rupturas quando a ciência ganha uma conotação revolucionária. Popper – um dos pais do neoliberalismo e, independentemente disto, importante na filosofia da ciência – via o cientista típico absorto no operacionalismo da sua teoria e da sua prática, sem prestar atenção ao significado epistemológico do que faz. Mas deve-se acrescentar que a inconsciência é social e política, pela crença em uma ciência neutra, acima do bem e do mal, em busca puramente da verdade. Nessa concepção suas aplicações não são da responsabilidade dos cientistas.

Em contraponto com essa visão há um movimento global de cientistas preocupados com os problemas da ciência para a sociedade. Einstein e Bertrand Russel fundaram o movimento Pugwash contra as armas nucleares, cujo presidente de honra é o Nobel da Paz Joseph Rotblat. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) estabeleceu um debate sobre o Acordo Nuclear com a Alemanha (26), durante o governo militar. Uma preocupação foi estabelecer um controle efetivo da tecnologia nuclear para evitar que o programa nuclear fosse um degrau na direção da bomba atômica, em uma escalada para a nuclearização militar da América Latina a começar pelo Brasil e pela Argentina. O dispositivo da Constituição de 1988 que delimita a energia nuclear para fins pacíficos foi um passo no sentido desse controle. Entretanto, já no governo do presidente Sarney uma comissão da SBF identificou – por trás de uma perfuração poço profunda denunciada na base aérea de Cachimbo – o projeto herdado dos governos militares de testar um explosivo nuclear. Primeiramente negado foi depois reconhecido e desativado no governo Collor.

Portanto, a questão ética não pode ser vista exclusivamente como individual, sendo relacionada às condições históricas por que passaram e passam as comunidades de cientistas. Ou seja, ela é também política.

*Luiz Pinguelli é físico e professor titular da COPPE/UFRJ; é docente da área interdisciplinar de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ.*

#### **REFERÊNCIA:**

ROSA, Luiz Pinguelli. **A física entre a guerra e a paz** - reflexões sobre a responsabilidade social da ciência. São Paulo, v. 57, n 3, jul/ set, 2005. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=s0009->

67252005000300019&script=sci\_arttext>. Acesso em: 17 jan. 2011.

## UNIDADE DIDÁTICA 4 – O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E O PODER DA IDEOLOGIA<sup>24</sup>

### Objetivos:

- Verificar o avanço da Física analisando se há alguma relação humanística nesse desenvolvimento;
- Reconhecer e estabelecer a existência intrínseca da relação entre ciência, poder e capital;
- Avaliar o uso da energia termonuclear e suas consequências;
- Analisar o trabalho dos físicos, estabelecendo a relação da responsabilidade dos avanços tecnológicos entre ciência e poder;
- Desmistificar a figura do cientista físico apresentando-o como imagem real e engajada politicamente.

**Duração:** 2 aulas de 50min.

**Número de participantes:** A critério do professor. No caso dessa sequência, trabalhou-se com os 15 alunos da turma.

### Material:

- Recurso multimídia e atividade em folha xerografada.

---

<sup>24</sup> Segundo o PCN, a Termodinâmica, por sua vez, ao investigar fenômenos que envolvem o calor, troca de calor e de transformação da energia térmica em mecânica, abre espaço para uma construção ampliada do conceito de energia. Nessa direção, a discussão das máquinas térmicas e dos processos cíclicos, a partir de máquinas e ciclos reais, permite a compreensão da conservação de energia em um âmbito mais abrangente, ao mesmo tempo em que ilustra importante lei restritiva, que limita processos de transformação de energia, estabelecendo sua irreversibilidade. A omissão dessa discussão da degradação da energia, como geralmente acontece, deixa sem sentido a própria compreensão da conservação de energia e dos problemas energéticos e ambientais do mundo contemporâneo. Assim, recomenda-se a aplicação desta unidade didática quando o professor iniciar o conteúdo sobre Termodinâmica, o qual dará embasamento teórico e crítico para o aluno sobre a aplicação das Leis da Termodinâmica. Esse conhecimento permitiu o desenvolvimento da indústria de máquinas térmicas com maior rendimento e eficácia para a guerra, bem como a sua posterior aplicação para fins pacíficos.

**Desenvolvimento:**

Sugere-se que a aula seja expositiva possibilitando comentários/críticas por parte dos alunos no decorrer da aula ou após a apresentação. Assim, faz-se uma exposição dialogada do tema em discussão.

## O desenvolvimento da ciência e o poder da ideologia

Prof.: *Elismar Cândido*

❖ Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática com ênfase em Ensino de Física pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

❖ Orientadora: Professora Doutora Lidia Maria Luz Paixão Ribeiro de Oliveira

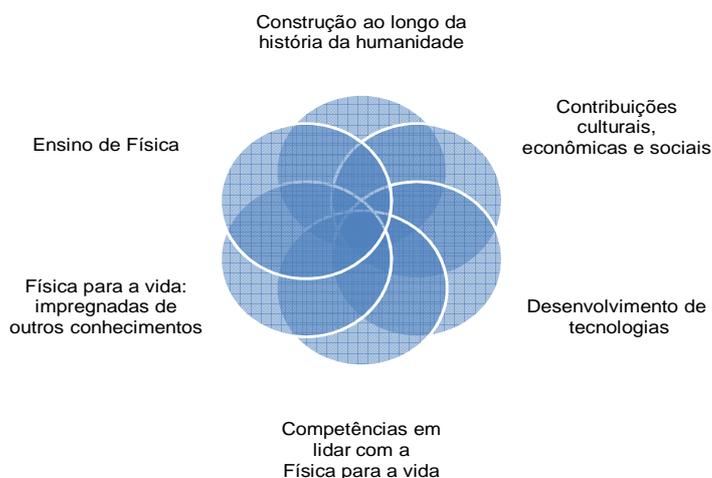
**Slide 1:** Nesse slide, o professor fará uma breve apresentação do tema de estudo.

## Objetivos

- Verificar o avanço da Física analisando se há alguma relação humanística nesse desenvolvimento.
- Reconhecer e estabelecer a existência intrínseca da relação entre ciência, poder e capital.
- Avaliar o uso da energia nuclear e suas consequências.
- Analisar o trabalho dos físicos, estabelecendo a relação da responsabilidade dos avanços tecnológicos entre ciência e poder.
- Desmistificar a figura do cientista físico apresentando-o como imagem real e engajada politicamente.

**Slide 2:** Leitura dos objetivos. Pretende-se com esta exposição explicitar para os alunos o que se pretende trabalhar na aula. Considera-se que nessa unidade os alunos já apresentam uma maturidade e conhecimento do tema, com condição para compreender e assimilar os conteúdos.

## PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais de Física)



Fonte: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>

**Slide 3:** Sugere-se que o professor leia o PCN para ampliar a abordagem feita sobre como lidar com o Ensino da Física.

Construção ao longo da história da humanidade: É importante entender que o avanço da ciência, em específico a Física, não sofreu um avanço linear. Além disso, esta é uma disciplina que surgiu da necessidade de melhoras de sobrevivência e da atividade social humana. Sendo assim, as descobertas científicas devem ser discutidas e refletidas tendo como foco o uso democrático dessa ciência para fins pacíficos.

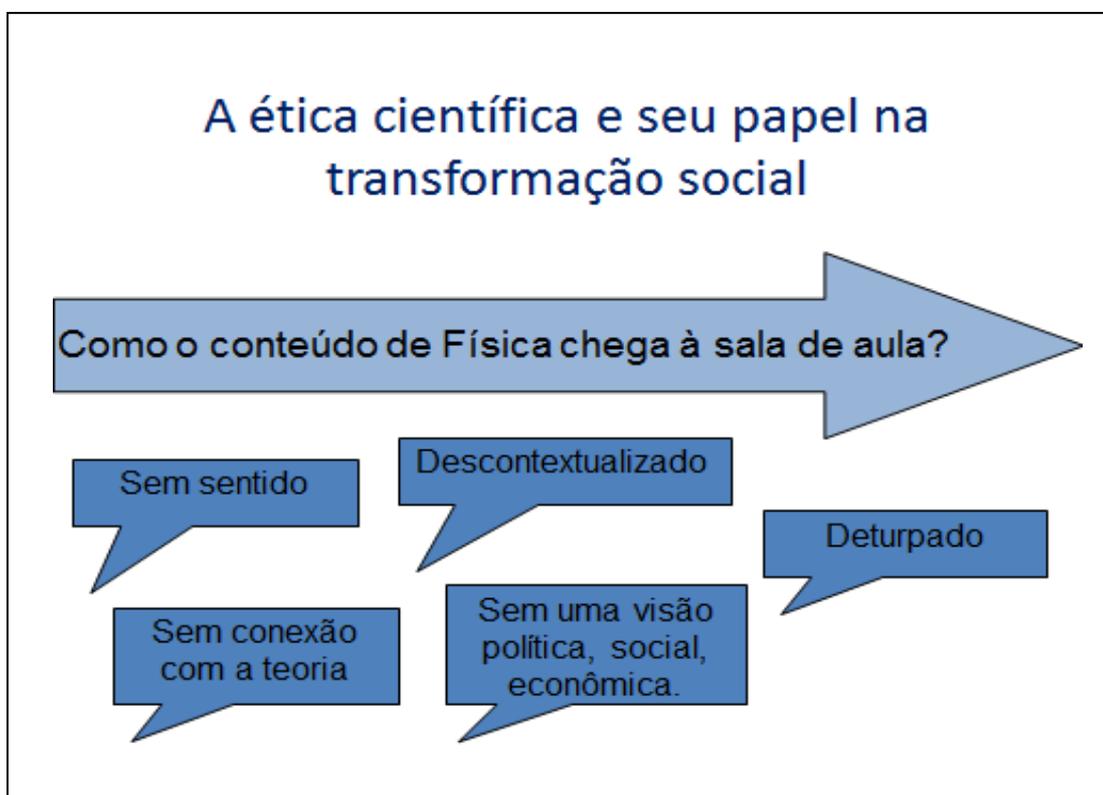
Contribuições culturais econômicas e sociais: É necessário perceber que os investimentos em determinadas áreas da Física está impregnado e alicerçado em políticas econômicas e sociais que por sua vez refletem na formação da cidadania. Como por exemplo, por que a revolução industrial ocorreu na Inglaterra e não em outro país? Por que a primeira bomba atômica foi fabricada nos EUA?

Desenvolvimento de tecnologias: É importante notar que a Física é responsável pelo desenvolvimento de novas tecnologias como novos meios de transportes, habitação, medicina, etc. Aqui se inserem também os novos armamentos bélicos, em específico a construção da bomba atômica nuclear.

Competências em lidar com a Física para a vida: O estudo da Física não deve ser desvinculado da realidade humana, como por exemplo, estudar Física somente para passar no concurso ou em vestibular. O mesmo deve servir para a melhoria de qualidade de vida das pessoas, mesmo que nossos alunos não tenham o interesse de ingressar em uma universidade. Como por exemplo, o aluno que estudou a primeira lei de Newton deve ser capaz de analisar e interpretar criticamente o uso ou não do cinto de segurança. Apoiar políticas governamentais de uso de uma determinada fonte de energia em detrimento de outra, etc. Assim, a Física não deve ser um conteúdo concentrado na simples memorização de fórmulas.

Física para a vida, impregnada de outros conhecimentos: Einstein disse que “a preocupação com o próprio homem deve sempre constituir o principal objetivo de todo esforço tecnológico”. Ele ressalta ainda que os resultados do nosso pensamento científico possam ser uma bênção para a humanidade e não uma

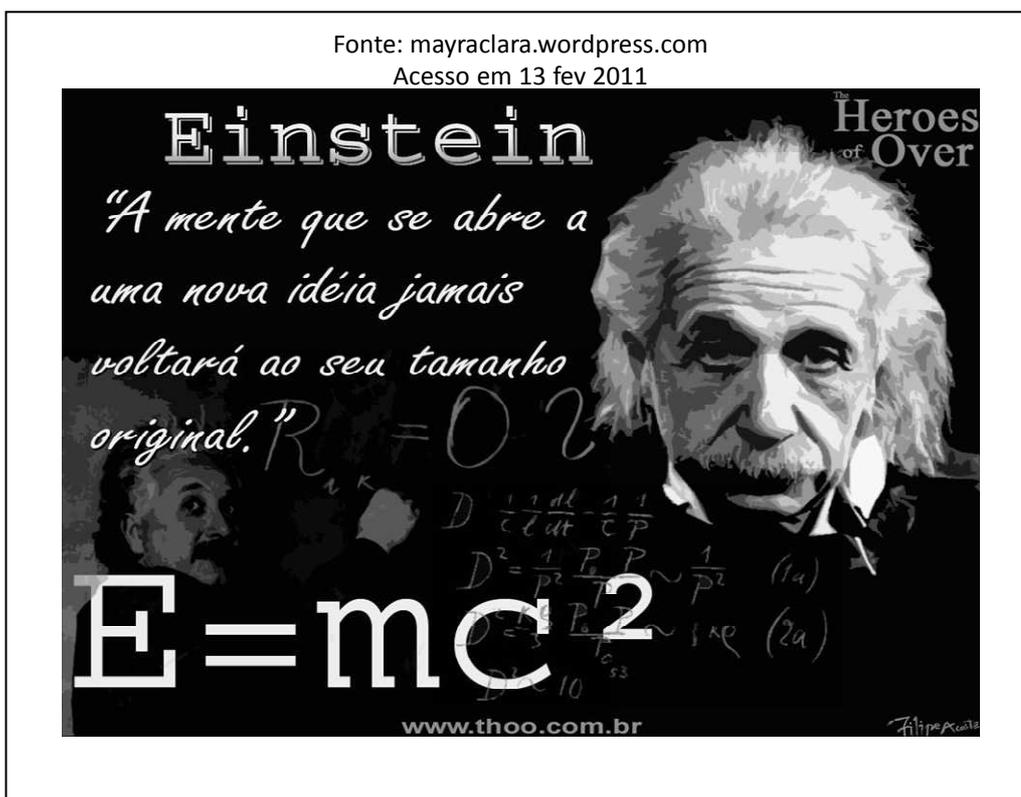
maldição. Se pensar numa Física humanística ligada à Sociologia e à Filosofia torna-se necessário, mesmo nos cursos da área de exatas das universidades, investir e incorporar nas grades curriculares dos cursos de Engenharia, Física e Química, disciplinas com enfoque na área de humanas. Portanto é interessante o sistema capitalista como tal, investir em disciplinas com enfoque humanistas nos cursos de engenharia das universidades e na área de exatas em geral? Para dar resposta a tal questão, basta lembrar que a realidade do complexo militar industrial atende à ideologia dominante, cujo objetivo não é o de pensar no interesse humano do mundo subalterno.



**Slide 4:** Os conteúdos de Física geralmente chegam à sala de aula impregnados de fórmulas prontas e acabadas, tendo um caráter prático e mecanicista, sem conexão com a realidade histórica da ciência e, portanto sem sentido.

- Em prol de uma Física que se intitulasse como “a grande ciência” em sua palestra aos estudantes do instituto de Tecnologia da Califórnia, realizada em 16 de fevereiro de 1931, Einstein *apud* Mészáros (2008, p. 281) observou:
- A preocupação com o próprio homem deve sempre constituir o principal objetivo de todo esforço tecnológico.
- Preocupação com os grandes e não resolvidos problemas de como organizar o trabalho humano e a distribuição dos bens de consumo de maneira a assegurar que os resultados do nosso pensamento científico possam ser uma bênção para a humanidade, e não uma maldição.

**Slide 5:** Nota-se a grande preocupação de Einstein em relação ao desenvolvimento tecnológico desprovido de um caráter humanista.



Fonte: [http://forum.jogos.uol.com.br/-estereotipos-de-cientistas-malucos-do-cinema-\\_t\\_46212](http://forum.jogos.uol.com.br/-estereotipos-de-cientistas-malucos-do-cinema-_t_46212) Acesso em 09/02/2011



**Slide 6, 7 e 8:** O que se verifica nestas fotos é a mera deturpação da imagem do cientista como sendo um ser desprovido de convívio social, uma pessoa louca, desorganizada, sem compromisso ético e social com o produto do seu trabalho. Essa deturpação da imagem do cientista tem o objetivo real de esconder o precursor do extermínio da grande massa esmagadora de homens que sofre com o uso indiscriminado da ciência para fins maléficos, ocultando o complexo militar industrial como agente ativo dos motivos reais da guerra e produção de armamentos bélicos. Sendo assim, a sociedade acaba por ter uma visão distorcida, deturpada acerca dos cientistas, como sendo os únicos responsáveis pela aplicação do conhecimento em prol apenas do uso destas tecnologias para dizimar e destruir a população, fato este que é alimentado pelo capitalismo opressor.

## Utilidade da ciência

- Para Einstein a ciência estagnará se for realizada para servir a objetivos práticos. Diante do insucesso de sua constante luta contra as ideologias dominantes o nobre cientista ficou acuado e revoltado com os objetivos práticos destrutivos a qual a ciência era usada para fomentar e alimentar o complexo militar industrial.

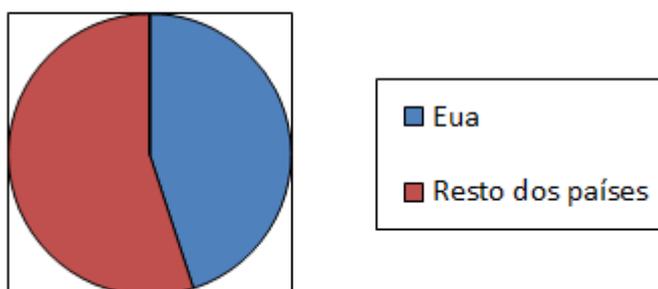
**Slide 9:** O que se aponta aqui é a crítica de Einstein sobre o ensino da Física preocupado apenas com objetivos práticos do dia a dia. Como por exemplo, o aluno estuda com um livro que ensina como montar uma geladeira, um liquidificador, um ar condicionado. Este tipo de conhecimento é suficiente para formação crítica do aluno? É justamente aí que o Albert Einstein critica esta Física voltada meramente a objetivos práticos, pois essa carece de uma crítica de fundamentos filosóficos sobre o que se tem de descobertas científicas, para que e por que se descobriu algo que usamos de tecnologia no nosso dia a dia. Essa ideologia atende aos interesses do complexo militar industrial e assim, segundo ele, a ciência terá o seu fim, justamente porque acaba por formar estudantes alienados ao sistema dominante.

- O fato é que na sociedade contemporânea e durante o período da segunda guerra mundial grande parte dos recursos financeiros dos estados foram e ainda são destinados à ciência e tecnologia da guerra, controlada direta ou indiretamente pelo complexo militar industrial.

De acordo com um estudo do SIPRI,  
Instituto Internacional de Pesquisa da Paz de Estocolmo  
os gastos militares em todo o mundo aumentaram 45%  
nos últimos dez anos.  
2007 para 2008: US\$ 1,339 trilhão do gasto mundial com  
armamento militar.

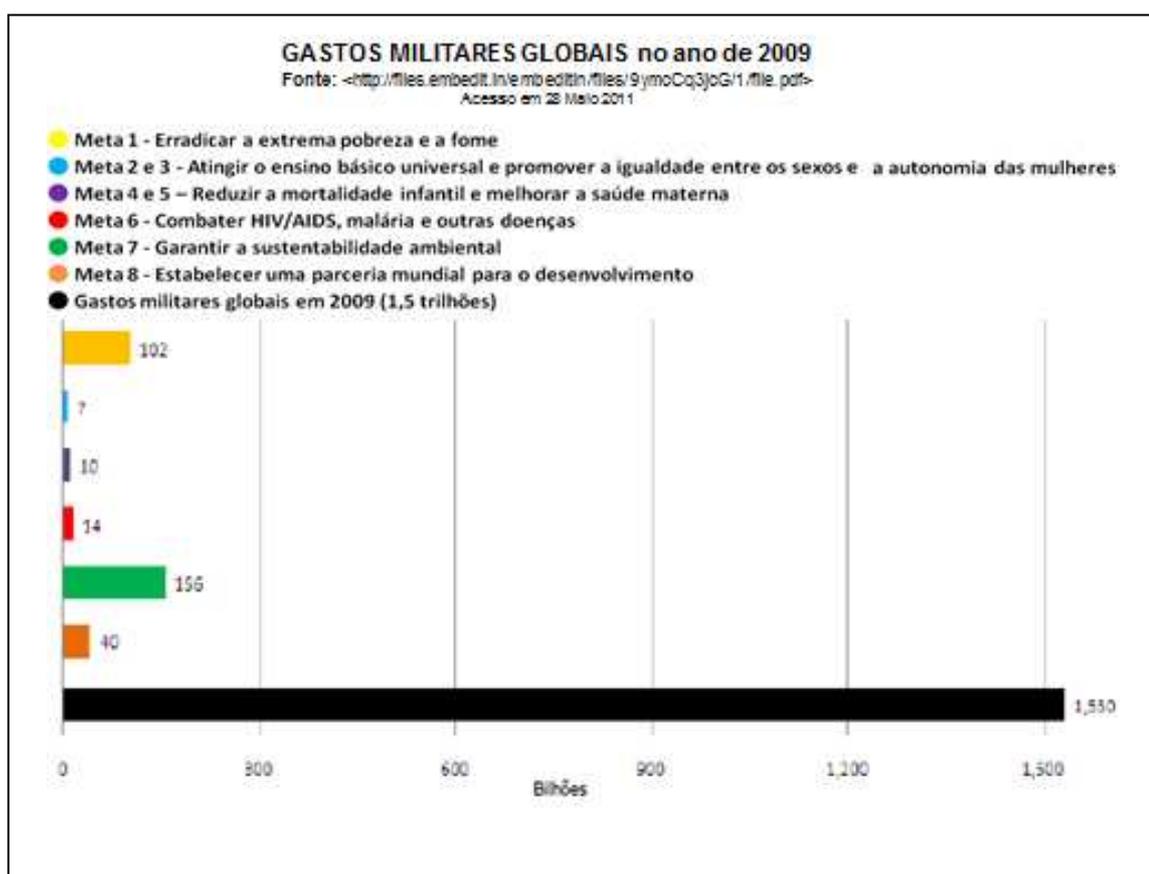
PIMENTA (2008, s.p.)

Veja a distribuição dos gastos no gráfico abaixo.



**Slides 10 e 11:** Segundo Pimenta, de acordo com um estudo do SIPRI, Instituto Internacional de Pesquisa da Paz de Estocolmo os gastos militares em todo o mundo aumentaram 45% nos últimos dez anos. De 2007 para 2008: US\$ 1.339 trilhão do gasto mundial com armamento militar. Os gastos com investimentos em tecnologias voltadas, por exemplo, na área da saúde não possuem o mesmo privilégio em relação aos gastos com armamentos militares. De acordo com o

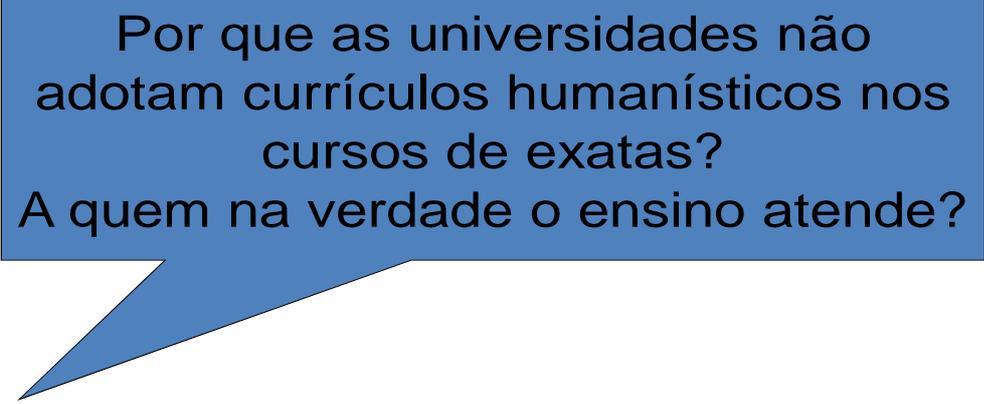
gráfico, os EUA lideraram o ranking dos gastos militares entre 2007 e 2008. A má notícia é que não se espera que estes valores declinem, pois o país estava ainda em fase de guerra.



**Slide 12:** Os gastos militares globais no ano de 2009 superaram todos os investimentos referentes a outras áreas de desenvolvimentos humanitários, como saúde, educação, preservação do meio ambiente, erradicação da fome mundial, etc.

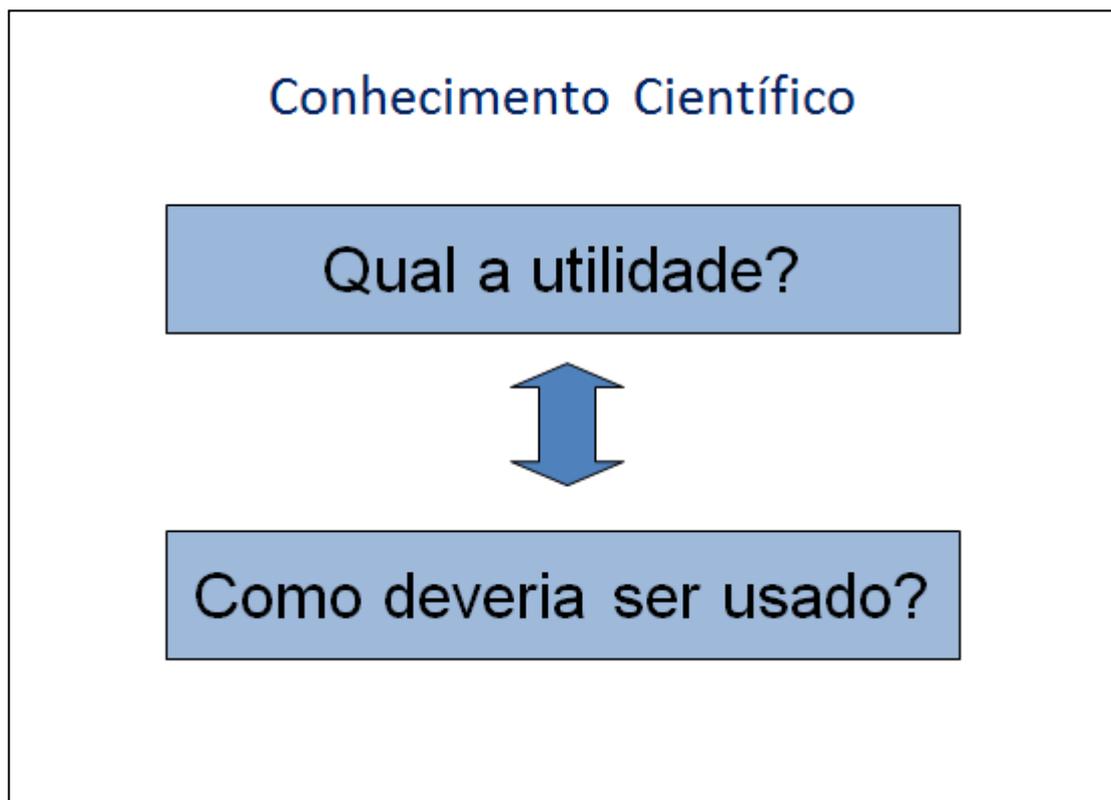
Os fatos mostram que lutar por uma grande ciência ( uma Física humanística), não é fácil, mas necessário. Os investimentos aplicados a uma Física com fins não pacíficos atingem altos valores. Como então lutar por uma Física humanística?

Como pensar em cursos da área de exatas das universidades voltados para uma Física humanística?



Por que as universidades não adotam currículos humanísticos nos cursos de exatas?  
A quem na verdade o ensino atende?

**Slides 13, 14 e 15:** Este tipo de ensino repercute de forma desastrosa em seres humanos alienados, escravizados e moldados segundo as ideologias opressoras do capital. Cria seres reprodutores da ideologia dominante ou seres humanos frágeis, vítimas do processo de um ensino desumanizado. Especificamente os currículos da área de exatas desprovidos de disciplinas humanísticas atende na sua maioria à ideologia do complexo militar industrial.



**Slide 16:** O conhecimento científico deveria ser capaz de mudar a realidade crítica, na qual se encontra a esmagadora massa de seres humanos. Assim, espera-se que, com um ensino crítico e emancipador, a sociedade possa no futuro refletir e transformar esta Física que acaba corroborando para produções nada humanistas.



**Slide 17:** Esta foto mostra um exemplo de tecnologia que foi inventada para abastecer os interesses do complexo militar industrial durante o período de guerras.



**Slide 18:** Mais tarde, este mesmo conhecimento é usado para fins pacíficos, em viagens turísticas por exemplo.



**Slide 19:** Esta foto mostra a tecnologia automobilística sendo usada nas guerras.



**Slide 20:** Em contrapartida, esta mesma tecnologia tornou-se um meio de transporte eficaz para as pessoas.



**Slide 21:** Esta foto ilustra a reação em cadeia oriunda da explosão da bomba atômica, que foi utilizada pelo complexo militar industrial para dizimar e dominar povos pela busca pelo poder.

Fonte: <http://www2.fz-juelich.de/gs//genehmigungen/projekte/tschernobyl/diashow/foto15>



**Slide 22:** A mesma tecnologia das usinas nucleares foi usada mais tarde em reatores atômicos na cura do câncer.

<http://www.brasilecola.com/quimica/a-radioatividade-presente-nosso-cotidiano.htm>



**Slide 23:** Esta mesma tecnologia foi usada mais tarde em radiografias para detectar outras doenças nos seres humanos.

## Medicina militar

A medicina de emergência foi, no princípio, um esforço exclusivo da medicina militar. Era necessário cuidar dos feridos e, para isso, havia durante os combates uma equipe responsável por socorrê-los e levá-los a um lugar seguro para as devidas atenções. Atualmente, os hospitais de emergência, em que muitos dos atendimentos se assemelham aos prestados em uma frente de guerra, são uma necessidade inquestionável da vida civil. (MEDICINA..., 2002, s.p.)

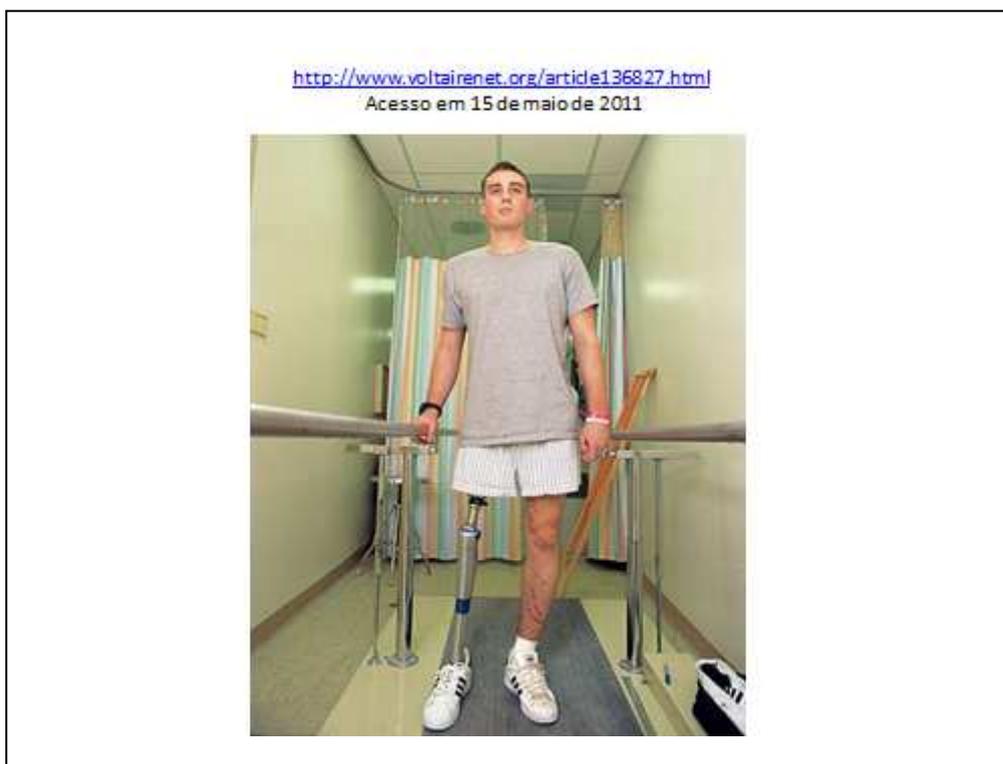
**Slide 24:** Até mesmo a medicina de emergência desenvolveu-se para atender a ideologia do capital, em específico a do complexo militar industrial. O motivo era cuidar dos soldados, que por sua vez forneciam a mão de obra necessária em combates nas guerras. Hoje esta tecnologia é usada para fins pacíficos.

Fonte: <http://www.voltairenet.org/article136827.html>  
Acesso em 15 de maio de 2011



<http://www.voltairenet.org/article136827.html>  
Acesso em 15 de maio de 2011





**Slides 25, 26 e 27:** Estas fotos mostram como a medicina avançou em períodos de guerras, inventando próteses para os soldados que sofreram amputações em combates.



**Slide 28:** A UTI hoje utilizada em hospital para atender pessoas acidentadas e com doenças graves é um exemplo de tecnologia que teve o seu apogeu em períodos de guerras.



**Slide 29:** Mesmo com toda esta tecnologia, que mais tarde acabou sendo utilizada para fins pacíficos, como, por exemplo, em hospitais de emergências, a ideologia do capital se insere com o objetivo de alavancar os lucros exorbitantes na venda de medicamentos, fortalecendo cada vez mais a classe que detém os meios de produção.

## Conclusão

- A fragmentação da ciência a partir de Descartes e do positivismo teve repercussão em catástrofes desumanas.
- O desenvolvimento da Física serviu durante muito tempo para fortalecer o capital e o poder.
- A guerra é um exemplo no qual o sistema competitivo individualista está alicerçado no poder econômico e este está alicerçado ao desenvolvimento que possibilita o alcance do poder. Nunca ao desenvolvimento humanista.

**Slide 30:** Antes de ler a conclusão, o professor deve ir questionando o grupo de forma que esse possa elaborar as próprias conclusões. Após essa dinâmica, apresentar as conclusões da aula.

Fonte: <[http://www.google.com.br/images?hl=pt-BR&biw=1276&bih=567&q=Fotos+das+Torres+g%C3%A0meas+em+chamas&wrapid=tlif129764208389021&um=1&ie=UTF-8&source=univ&ei=Y3JYTcqnB8\\_2gAeSv7njDA&sa=X&oi=image\\_result\\_group&ct=title&resnum=1&ved=0CCKQsAQwAA](http://www.google.com.br/images?hl=pt-BR&biw=1276&bih=567&q=Fotos+das+Torres+g%C3%A0meas+em+chamas&wrapid=tlif129764208389021&um=1&ie=UTF-8&source=univ&ei=Y3JYTcqnB8_2gAeSv7njDA&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=1&ved=0CCKQsAQwAA)>



**Slide 31:** A queda das torres gêmeas nos Estados Unidos é um exemplo de consequência desastrosa na luta e disputa pelo poder.



**Slide 32:** Esta foto mostra o que a mídia não tem interesse que o mundo veja. A morte de civis inocentes. Vidas sendo ceifadas em nome de uma ideologia desumana. O pano de fundo nada humanista que fortalece o capital.

#### **Atividade avaliativa:**

Após a apresentação da aula sobre o desenvolvimento da ciência e o poder da ideologia, o professor continuará discutindo o tema com os alunos por meio de um debate simulado. Este debate serve como avaliação de trabalho em equipe, no qual cada aluno poderá se posicionar com um tempo pré-determinado pelo professor.

Sugere-se para defesa de opinião de cada integrante do grupo um tempo de 1 minuto, dividido em duas oportunidades<sup>25</sup>.

Assim, o professor irá dividir a turma em dois grupos para a preparação do debate, conforme as seguintes orientações:

- Os grupos defenderão posições contrárias: um a favor e outro contra A militarização da ciência.
- Cada um dos grupos deve preparar a sua argumentação, tendo como critério fundamental a relevância e a utilidade das atividades e dos conteúdos para a formação de opiniões. Assim, um grupo defenderá a utilidade e a relevância uso da ciência em prol do complexo militar industrial e o outro defenderá contra.
- Os aspectos a considerar são principalmente:
  - ❖ A ciência e a tecnologia humanizam?
  - ❖ O uso da ciência para fortalecer o complexo militar industrial trouxe repercussões humanísticas ou repercussões desastrosas?
  - ❖ Existe alguma relação entre ciência, poder e capital?
  - ❖ O uso da energia nuclear trouxe consequências humanísticas para a sociedade?
  - ❖ Os cientistas são os únicos responsáveis pela produção da bomba atômica?
  - ❖ O desenvolvimento da Física é movido pelo poder econômico ou pelos fins humanistas?
  - ❖ O objetivo inicial do complexo militar industrial é a guerra ou o poder econômico?
  - ❖ O poder econômico está sempre aliado ao desenvolvimento?
  - ❖ O desenvolvimento da Física para a produção bélica resultou em fins humanísticos ou não?
  - ❖ As guerras alavancaram o desenvolvimento da Física?

---

<sup>25</sup> No caso dessa turma pôde-se usar esse tempo porque era um grupo pequeno. Esse tempo pode ser estipulado pelo professor, de forma a atender melhor cada grupo de trabalho.

- ❖ A ciência da natureza é humana?
- O critério de participação em cada um dos grupos não depende da concordância "de verdade" com a posição que o grupo defenderá: a questão é reunir bons argumentos para a defesa da posição.
- O bom resultado dessa atividade depende de combinar "argumentos imbatíveis", para que o debate seja realmente polêmico e de bom nível.

A finalidade básica dessa atividade é colocar em questão o fato de que:

- ❖ A fragmentação da ciência do seu caráter filosófico repercute em catástrofes desumanas.
- ❖ O desenvolvimento da Física serviu durante muito tempo para fortalecer o capital e o poder.
- ❖ A guerra é um exemplo no qual o sistema competitivo individualista está alicerçado no poder econômico e este está alicerçado ao desenvolvimento que possibilita o alcance do poder. Nunca ao desenvolvimento humanista.

Assim, é importante que o coordenador/professor faça uma intervenção ao término do debate, discutindo e refletindo sobre as questões que, mesmo com o debate, ainda não foram bem esclarecidas.

## Referência

**FORMAÇÃO DO FORMADOR:** Discussão/debate simulado (Adaptado). Disponível em: <<http://formacaodeformadorecoar.blogspot.com/2009/05/discussaodebate-simulado.html>>. Acesso em: 18 maio 2011.