

# A IMPORTÂNCIA DA FÍSICA BÁSICA NA FORMAÇÃO DO OFICIAL DE MARINHA DIANTE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CARREIRA MILITAR\*

NEIDE GONÇALVES  
Professora-Doutora\*\*

---

## SUMÁRIO

Introdução

Um breve histórico sobre a Física Moderna

A Física do século XX e suas implicações na carreira do oficial de Marinha

Conclusões

## INTRODUÇÃO

Sabemos da importância da formação do Oficial de Marinha ser multidisciplinar, pois se espera dele: liderança sobre seus comandados, uma formação cultural que se destaque e se contraponha ao senso comum, o domínio da língua pátria e de pelo menos um idioma estrangeiro, uma formação técnica sólida dentro da área ou especialidade

que ele abraçou, e preparo físico e conduta moral excelentes. A tarefa da Escola Naval não é simples e seu compromisso a coloca em constante alerta em relação às mudanças que se tornam necessárias em seu currículo escolar, para que possa cumprir sua meta, que é formar um exímio oficial de Marinha.

Um dos desafios atuais é preparar o aspirante para ser capaz de enfrentar as constantes inovações tecnológicas que

---

\* Artigo encaminhado pela Diretoria de Ensino da Marinha por ter sido selecionado em 1º lugar no IV Concurso de Artigos Técnicos e Acadêmicos e de redação do Sistema de Ensino Naval, em 2012, na categoria oficiais e civis assemelhados.

\*\* Professora de Física 2 da Escola Naval desde 1993. Doutora pela UFRJ, em convênio com Institut de Physique Nucléaire de Lyon – France, em 1988.

a todo o momento se apresentam como relevantes no cotidiano militar. Essa habilidade somente pode ser obtida quando o indivíduo alcança relativa independência para a aquisição de novos conhecimentos. Para tanto, na área tecnológica, isto só irá acontecer se este possuir uma base científica sólida, que por sua vez é alcançada, inicialmente, quando o aspirante é apresentado a conteúdos que estão na linha de frente das aplicações tecnológicas mais recentes. De posse desse conteúdo, no domínio dos conceitos científicos básicos, é que o oficial de Marinha estará apto a compreender e dominar qualquer inovação tecnológica que surgir.

Vejamus um exemplo bastante recente, que trata do desenvolvimento de um canhão de propulsão eletromagnética pela Marinha dos Estados Unidos. Em nota divulgada em 20 de dezembro de 2010, o governo americano anunciou o sucesso no teste desse canhão (ISAPE 2010) (figura abaixo).

*Um “canhão eletromagnético”, que atinge alvos a 200 km de distância e dispara projéteis a “Mach 5”, ou cinco vezes a velocidade do som, foi testado com sucesso nesta sexta-feira nos Estados Unidos, informou a Marinha.*

*“O teste do canhão eletromagnético” revela “que a Marinha pode disparar projéteis a uma distância de, ao menos, 110 milhas náuticas (200 km)”*,

*disse o Almirante Nevin Carr, chefe de Pesquisa Naval. Esta distância é quase 20 vezes maior que a capacidade dos canhões atualmente embarcados.*

*O novo canhão tem dois trilhos de metal sobre os quais é colocado o projétil. O disparo ocorre por meio da passagem de uma forte corrente elétrica pelos trilhos. Não é utilizada pólvora ou qualquer outra propulsão química.*

No ciclo profissional da Escola Naval (EN) temos a disciplina BSA (Balística e Sistema de Armas), que entre outros conteúdos, apresenta ao aspirante o funcionamento de canhões convencionais e de obuseiros com propulsão química. Será que o nosso oficial de Marinha, agora fora da EN, é capaz também de entender o princípio de funcionamento desse novo canhão? Podemos garantir que, após uma rápida passagem de olhos em suas antigas notas de aula de Física, nenhuma dificuldade ele terá. O princípio de funcionamento desse canhão se baseia na Lei de Indução de Faraday-Lenz, conteúdo exaustivamente trabalhado na Física 2, disciplina do 2º ano letivo. Além do desenvolvimento matemático formal, utilizamos equipamento para demonstração do conceito da indução, e uma prática envolvendo este conteúdo é realizada no laboratório. Em particular, nosso laboratório didático, cujo projeto



apresentamos em dezembro de 1999 (GONÇALVES, 1999), com o início de sua montagem em fevereiro de 2001, tem se mostrado um recurso didático essencial e bastante eficiente, facilitando a compreensão de vários conceitos físicos.

Assim como a Lei da Indução de Faraday-Lenz, diversos conceitos básicos, associados ao que chamamos atualmente de Física Clássica, são trabalhados formalmente em sala de aula, e num grande número de casos utilizamos demonstrações e práticas no laboratório. Alguns integrantes da equipe de Física estão atualmente envolvidos na utilização de *softwares* para a geração de simulações, com objetivo de auxiliar ainda mais a compreensão dos conceitos apresentados (DARGAM, 2012).

Portanto, no que tange aos conteúdos fundamentais da Física Clássica, estamos fazendo um recorte didático bem amplo e diversificado, que contempla aulas expositivas, aulas práticas e simulações computacionais. A partir daí, a pergunta que devemos fazer é: Será que a formação científica básica do nosso oficial de Marinha está suprimindo as necessidades para a compreensão das inovações tecnológicas que possam surgir? No que tange aos conteúdos da chamada Física Clássica, sim. Mas e aos da Física Moderna, esta Física desenvolvida no século XX, que já é base de várias aplicações e inovações tecnológicas que permeiam o cotidiano civil e militar? Acreditamos que não.

## UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A FÍSICA MODERNA

Não existem limites bem definidos, do ponto de vista cronológico, que possam fixar datas que separem a chamada Física Clássica da Física Moderna. Entretanto, com a hipótese formulada por Max Planck, em 1900, de que a energia não

era contínua e sim quantizada, isto é, que existem “pacotes” com uma quantidade mínima de energia, um dos conceitos mais importantes da Física – precisamente o de energia – sofre uma alteração radical com profundas consequências para toda a história da humanidade. Assim, muitos historiadores da Ciência consideram que a Física Moderna tenha começado no ano de 1900. Claro está que antes dessa data diversas descobertas associadas a conceitos da futura Física Moderna já estavam sendo exploradas. A data 1900 se reveste, portanto, de um simbolismo que talvez esteja mais ligado ao início de um novo século (o último do milênio) do que ao nascimento de uma nova teoria ou visão da Física, pois o desenvolvimento científico não é passível de ser dicotomizado de forma tão restrita. Alguns autores (OSTERMANN, 1999) chegam até a chamar a Física desenvolvida após os anos 40 do século passado de Física Contemporânea, considerando, neste caso, os grandes desenvolvimentos na exploração do núcleo do átomo, com a criação de armas nucleares e um conjunto muito grande de pesquisas catapultadas pela Guerra Fria e pela corrida espacial entre a então União Soviética e os Estados Unidos.

A Física Moderna nasceu da incapacidade de serem explicados diversos fenômenos que eram observados desde o final do século XIX, entre eles: a radiação de corpo negro, a estabilidade atômica, o valor finito e invariante da velocidade da luz, a emissão de energia estelar etc. Duas grandes teorias formaram as bases para os desenvolvimentos posteriores da nova Física: a Teoria da Relatividade, de Albert Einstein, e a Teoria dos Quanta, de Max Planck. A partir dessas duas teorias, diversos fenômenos puderam ser explicados, entre eles o efeito fotoelétrico, a emissão e absorção de energia nos gases e a própria estabilidade dos átomos. Diversas controvérsias filosóficas também

apareceram a partir dessa nova forma de se encarar o universo, em particular o conceito de espaço-tempo, a questão da simultaneidade de eventos e a interpretação probabilística dos fenômenos naturais levantada pela então recém-nascida Mecânica Quântica. É importante, neste ponto, ressaltar que, mesmo com o advento dessas novas teorias, a Física Clássica nunca perdeu o *status* de base elementar e primordial dentro do desenvolvimento tecnológico moderno, apenas foram restringidos seus limites de aplicação. Isso implica que, para se construir um edifício ou uma fragata, necessitamos das Leis de Newton e das de Arquimedes, mas atualmente também precisamos cada vez mais da Física Moderna e das inovações tecnológicas a ela associadas.

### A FÍSICA DO SÉCULO XX E SUAS IMPLICAÇÕES NA CARREIRA DO OFICIAL DE MARINHA

Fundamentos teóricos e aplicações tecnológicas da Física que denominamos de Moderna, criada e desenvolvida no século XX, são cada vez mais frequentes em nosso dia a dia, inclusive no cotidiano do oficial de Marinha, que se depara cada vez

mais com equipamentos que utilizam como princípio de funcionamento elementos e conceitos dessa “nova” Física. Entretanto, devido ao fato de os conteúdos de Física Moderna (FM) não estarem contemplados no programa de ensino da EN, o estudo das aplicações que dela dependem fica prejudicado. Atualmente, vários equipamentos cuja tecnologia depende de conceitos da FM já são utilizadas pela Marinha do Brasil; assim, essa lacuna no nosso programa de ensino (que apenas discute elementos muito superficiais sobre o assunto) se mostra temerária e com profundas consequências negativas para uma visão, por parte do futuro oficial, das inovações tecnológicas que ele deve conhecer. Alguns exemplos podem ser rapidamente encontrados.

Exemplos até bem mais comuns, como o GPS, o transistor, as lâmpadas com acionamento fotoelétrico, entre outros tantos, dependem do conhecimento de conceitos de FM para que possam ser assimilados e compreendidos corretamente. Devido à grande abrangência e à facilidade ao acesso à informação, torna-se cada vez mais comum pessoas fazerem indagações do tipo: De onde vem a energia das estrelas? Quais são os perigos e utilidades da energia nuclear? Como funciona um submarino

**A mira laser**

(Fonte: Imagens Google)



**O visor noturno**

(Fonte: Imagens Google)



## Scorpene Submarines

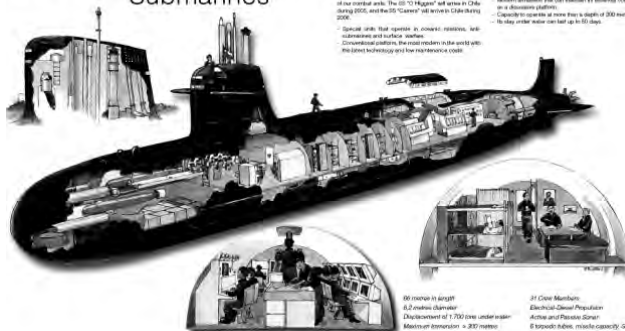
“O’Higgins” and “Carrera”

### Project “Higgins”

This submarine has a number of new technologies that will allow her to provide an extra level of protection for her crew and cargo. The US “O’Higgins” will enter service during 2015, and the US “Carrera” will enter Chilean Navy service in 2016.

- Operate with full operation in coastal, littoral, intermediate and offshore waters.
- Conventional operation, the most modern in the world with the latest technology and low operating costs.

- Propulsion System with Integrated Platform Control and an Integrated Combat System.
- Full and Flexible Decking.
- Superior command and control systems – 85 command consoles in a distributed platform.
- Capable to operate at more than a depth of 300 metres.
- 10 days under water and last up to 60 days.



A propulsão nuclear  
(Fonte: Imagens Google)

O sistema Navstar  
(Fonte: Imagens Google)



com propulsão nuclear? Qual a importância das descobertas de Einstein para nossa vida cotidiana? Do que trata a Teoria das Cordas? O que vem a ser o Bóson de Higgs? Fora diversas outras curiosidades envolvendo a radioatividade e os supercondutores e as descobertas abrangendo a nanotecnologia.

Assim sendo, temos que considerar que, além da importância de conhecer os fundamentos da FM na sua vida profissional, o oficial de Marinha deve dar respostas à altura da sua condição sociocultural, pressupondo

que a todo momento ele poderá ser cobrado nesse sentido, uma vez que, tradicional-

mente, a imagem dos egressos da EN está associada a uma postura de elegância, de respeito às tradições e principalmente a um nível cultural e intelectual acima da média, num amplo espectro de relações dentro do imaginário da sociedade brasileira.

Não é, obviamente, apenas nas escolas militares que se faz necessária e urgente a revisão dos programas com o objetivo de se discutir e estudar mais intensamente os

**Tradicionalmente,  
a imagem dos egressos da  
EN está associada a uma  
postura de elegância,  
de respeito às tradições  
e principalmente a um  
nível cultural e intelectual  
acima da média**

conceitos da FM. Em 2006, no Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia (Cobenge), a Professora Aline Pâmela Perfolli apresentou pesquisa feita sobre a ausência da Física Moderna nos currículos da maioria das escolas de Engenharia do Brasil e defendeu sua implementação diante da necessidade do domínio, pelos profissionais formados, dos conceitos básicos desta Física do século XX que já estava presente em várias inovações tecnológicas (PERFOLL, 2006). Passados seis anos, observamos que diversas instituições de ensino superior estão suprindo essa defasagem no currículo, pois uma boa parte das escolas de Engenharia já possui na sua grade curricular a disciplina de Física Moderna no ciclo básico, inclusive as engenharias das escolas militares.

## CONCLUSÕES

Como membro do Corpo Docente da Escola Naval, comprometido com a tarefa de preparar o aspirante para sua vida profissional, defendo aqui que só de posse de uma formação básica sólida, continuamente renovada e atenta às recentes tecnologias que o mundo contemporâneo incorpora todo o tempo, é que o nosso oficial de Marinha estará efetivamente preparado para enfrentar as inovações tecnológicas que ao longo de sua vida profissional irá presenciar. Para tanto, além dos incrementos de recursos didáticos, como laboratórios e simulações, que auxiliam a assimilação dos conceitos básicos da Física Clássica, já inclusa em nosso currículo, defendemos a necessidade da introdução da Física Moderna.

*“A base de toda a Marinha é a Escola Naval. O comandante da Marinha cursou a Escola Naval. O chefe do Estado-Maior da Armada, que é o segundo na hierarquia da Marinha, cursou a Escola Naval. Todos os membros do almirantado também. Ou seja, a Escola Naval é a base de tudo. É onde se inicia a carreira daqueles que comandarão a Marinha. Temos um compromisso muito grande de curto, médio e longo prazos, uma vez que os que formamos, daqui a 50 anos, estes oficiais serão os comandantes da Marinha. Consequentemente, eles serão melhores ou piores, dependendo da origem deles. Por isso, nosso compromisso aqui é com a excelência. Não serve, aqui, o muito bom. A Marinha almeja, um dia, construir o submarino nuclear; almeja também, de acordo com a Estratégia Nacional de Defesa, ampliar seus efetivos, sua frota. Para isso, precisamos de competência profissional, que só pode ser alcançada se nossos estudantes são academicamente muito bem formados.”*

*Comandante da Escola Naval, Contra-Almirante Antônio Fernando Monteiro Dias, lembra da importância da instituição para a formação dos militares brasileiros.*

Diante das palavras do hoje Vice-Almirante Antônio Monteiro Dias, fica clara a importância da formação do oficial de Marinha e o que cada aspirante da Escola Naval significa para este País.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<EDUCAÇÃO>; Escola Naval; Formação de oficial; Física; Ciência; Estudo;

## REFERÊNCIAS

- DARGAM, T.G., “Ensino de Física: tendências e desafios”. Trabalho a ser apresentado no Epesm/2012.
- GONÇALVES, N. e SILVA, L. Projeto para a inclusão de laboratório didático na disciplina de Física. 1999.
- ISAPE Instituto sul-americano de política e estratégia, nota divulgada em 2010, disponível em [HTTP://isape.wordpress.com](http://isape.wordpress.com). Acesso em 23 agosto 2012.
- MARINHA. Entrevista à *Folha Dirigida* do Contra-Almirante Antônio Dias, disponível em [http://www.mar.mil.br/menu\\_h/noticias/en/formacao\\_na\\_marinha/materia\\_folha\\_dirigida.pdf](http://www.mar.mil.br/menu_h/noticias/en/formacao_na_marinha/materia_folha_dirigida.pdf). Acesso em 23 agosto 2012.
- OSTERMANN, F. “Tópicos de Física Contemporânea em Escolas de Nível Médio e na Formação de Professores de Física”. 1999. 433f. Tese de Doutorado em Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PERFOLL, A.P. e REZENDE Jr., M.F. “A Física Moderna e Contemporânea e o Ensino de Engenharia: Contexto e Perspectivas”. Anais do XXXIV Cobenge. 2006