

# Design Navale *e* Nautico

# 10

**dieci anni magistrali**  
*a master's decade*

goWare



# Design Navale *e* Nautico

# 10

**dieci anni magistrali**  
*a master's decade*

goWare

Laurea Magistrale in DESIGN NAVALE e NAUTICO  
interateneo Università di Genova - Politecnico di Milano  
classe LM12, Lauree Magistrali in Design

Coordinatore: Massimo MUSIO-SALE  
musio-sale@arch.unige.it  
Vice-Coordinatore: Andrea RATTI  
andrea.ratti@polimi.it  
Manager Didattico: Luca PANICO  
mdnautica@unige.it

Sede Didattica:

Polo Universitario Guglielmo Marconi  
via dei Colli, 90 - 19121 La Spezia  
tel. +39 0187 751265  
<http://www.unispezia.it/it/design-navale-nautico.html>  
**LinkedIn** Design Navale e Nautico

Prodotto con il supporto e la collaborazione di:

Fondazione Promostudi La Spezia  
DSA - Dipartimento di Scienze per l'Architettura  
CAMEC - Centro di Arte Moderna e Contemporanea  
Comune di La Spezia



EDITORE

**goware**

Via Reginaldo Giuliani, 88 - 50141 Firenze  
[www.goware-apps.com](http://www.goware-apps.com)

ISBN: 978-88-6797-391-0

Sviluppo ePub  
Elisa Baglioni

Coordinamento e Cura Elaborati Progettuali  
Martina Callegaro

Impaginazione e Grafica  
Martina Callegaro  
Francesca Bruzzo

Traduzioni  
Carmen Ferrer  
Mariateresa Campolongo

Revisione Testi  
Mariateresa Campolongo  
Carmen Ferrer  
Michele Schiesaro

Cura Immagini  
Martina Callegaro  
Mariateresa Campolongo

Dieci Anni Magistrali

Esposizione dei migliori lavori prodotti in ambito scientifico  
e didattico da studenti, assistenti e docenti del Corso di Laurea Magistrale in Design Navale e Nautico dal 2005 al 2015.  
03 - 23 Luglio 2015 - CAMEC

Centro di Arte Moderna e Contemporanea  
Piazza Cesare Battisti 1, 19121, La Spezia

Coordinamento Amministrativo  
Elisabetta Nardi

Progettazione Allestimento Mostra  
Giacomo Gori  
Martina Callegaro

Allestimento Mostra  
Davide Telleschi  
Francesca Pagan  
Oris Martino D'Ubaldo

*example of innovation and competitiveness of the work that took place in the classrooms of Polo Marconi on a daily basis. "Fig. 2"*

MCM

## L'ingresso della storia nella scienza navale

Massimo Corradi

Dipartimento di Scienze per l'Architettura

Scuola Politecnica – Università degli Studi di Genova

Gli scritti che più strettamente appartengono alla disciplina della Storia, e in particolare a quella della Storia della costruzione navale, sono articoli con contenuti alquanto differenti tra loro, o molto divulgativi o molto specialistici. Lo scienziato si trova spesso in imbarazzo nella lettura di questi testi perché sono scritti di carattere umanistico e non scientifico-tecnico, talvolta infarciti di formule matematiche e diagrammi scritti con linguaggi desueti, intesi a discernere i percorsi di una storia passata e attigua a una disciplina che guarda al futuro prossimo e non più al passato, una storia troppo spesso dimenticata.

La Scienza navale, di cui Leonhard Euler (1707 – 1783) fu maestro e a suo modo precursore, langue da tempo immemorabile negli scaffali delle biblioteche dimenticata dagli studiosi. Ciò è avvenuto perché questa disciplina è giunta a consapevolezza di sé soprattutto in età contemporanea, quando, sull'esempio della rivoluzione Galileiana, la comunità dei matematici e degli studiosi di meccanica orientò la sua attenzione ai problemi della costruzione navale e della manovra dei vascelli, che dapprima sembravano discipline affidate soltanto alla perizia dei maestri d'ascia e dei Masters e Shipmasters a bordo delle navi, oltre che alla saggezza della tradizione.

La Storia, invece, è un campo di studio e ricerca affascinante e fecondo di utili indicazioni, perché attraverso la comprensione di quanto è stato realizzato nel passato, è stata in grado

di stabilire una sempre più coerente definizione delle scienze e delle tecniche che devono essere utilizzate nella progettazione e applicate nel cantiere.

Anche per la costruzione navale, infatti, la sedimentazione delle conoscenze del passato, tramandate oralmente dai maestri d'ascia ai loro allievi e poi insegnate nelle scuole di Ingegneria navale francesi volute e fondate da Jean-Baptiste Colbert (1619 – 1683) Ministro della Marina francese nel XVII secolo, ha saputo indicare la via per affrontare e risolvere i problemi di ordine statico e strutturale, ma anche quelli relativi al comportamento materiale e successivamente, grazie agli Illuministi del Settecento, quelli relativi alla navigazione e alla manovra dei vascelli.

Soltanto così si è potuto conseguire quegli obiettivi di carattere tecnico e tecnologico che hanno consentito gli enormi sviluppi della costruzione navale nell'Ottocento, seguendo la medesima "logica" che aveva guidato gli antichi costruttori, ottenendo così corrette ed efficaci soluzioni progettuali e costruttive.

A partire dall'Architectura navalis di Joseph Furttentbach (1591 - 1667), proseguendo con L'Architecture Navale di François Dassié (XVII sec.), per arrivare alle mature opere di Bernard Renau d'Élicagaray (1652 – 1719), Pierre Bouguer (1698 - 1758), Charles Romme (1745 - 1805), per non citare che alcuni tra gli studiosi più noti, e giungere infine alla fondamentale opera di Henri Louis Duhamel du Monceau (1700 – 1782) sull'Architettura navale e la costruzione dei vascelli, i trattati di Architettura navale, costruzione e manovra dei vascelli, associati ai primi studi di meccanica e di idrodinamica, hanno tracciato i fondamenti di un'Arte della Marineria e della Navigazione.

Tale messe di studi ha aperto la strada alla fondazione della

Scienza navale, così come sarà formulata da Jean Bernoulli (1667 – 1748) prima ed Eulero poi, dove la matematica associata ai fondamenti della meccanica ha indicato un nuovo modo di intendere l'Architettura e la Costruzione navale.

In questi ultimi anni, la ricerca storica si è fortemente sviluppata in molte discipline della Matematica, della Fisica, in ambiti come la Scienza e la Tecnica delle Costruzioni in Architettura, ma poco o nulla in Ingegneria e soprattutto in Ingegneria navale, discipline quasi dimentiche del loro ricco e sedimentato patrimonio. Questo è avvenuto probabilmente perché l'assillo di conseguire sempre nuovi risultati ha di fatto obbligato i loro cultori ad una forsennata rincorsa alle ultime acquisizioni delle tecniche e delle tecnologie, ad una eccitante gara che non ammette soste o ripensamenti critici volta al futuro, e 'ignorante' e dimentica del suo passato.

Oggi invece si avverte un sensibile mutamento di rotta; coloro che son più versati alla ricerca di frontiera dovrebbero percepire che un autentico avanzamento delle scienze fisico-matematiche e strutturali anche in campo navale, ma forse soprattutto in quello nautico, non deve solo essere un pedissequo esercizio *das rechnende Denken*, come cita Martin Heidegger (1889 - 1976), ma richiedere un intenso sforzo speculativo per ritornare ai principi, e avvertirne il senso profondo, lo statuto epistemologico, le valenze inesprese o sottaciute.

In questo modo la consueta ricerca che si esprime nell'ulteriore elaborazione di teorie consolidate ma pur sempre suscettibili di raffinamento, o nel reperimento di sintesi più potenti che meglio chiariscano gli ambiti di validità delle soluzioni tecniche generalmente usate, o nella predisposizione di programmi di calcolo vieppiù perfezionati non deve rappresentare la necessaria routine che sostiene e rafforza una

comune base di intesa tra gli studiosi, ma deve essere studio e conoscenza del passato per indirizzare la ricerca futura. L'orizzonte scientifico della disciplina non si allarga solo grazie alla scoperta di nuove tecnologie, o alla crescente complessità dei sistemi di calcolo cui ad esempio gli strutturisti sono addestrati, anche se forse non sempre perfettamente consapevoli del complesso sistema di algoritmi nascosti che in essi sono contenuti, in quanto la macchina diventa Deus e non si prescinde da essa e dai suoi risultati. L'esigenza di formulare plausibili interpretazioni del comportamento meccanico di strutture e materiali, la ricerca di processi e metodi di calcolo, dei quali si auspica una semplificazione per ricondurre all'intuizione del progettista la consapevolezza del calcolare, deve costituire il supporto fondamentale che è necessario coniugare con le conoscenze storiche in un continuo sedimentare di scoperte teoretiche, sviluppi tecnici e processi tecnologici, che peraltro sono proprio oggetto di studio degli storici. È dunque chiaro che la Scienza navale modellata, a partire dalla 'rivoluzione' scientifico-educativa del Seicento e del Settecento, in ausilio ai problemi della nuova ingegneria della costruzione navale, deve provvedere strumenti e metodi adeguati ai processi di progettazione e costruzione, forte di conoscenze che seppure remote e associate alle tecniche spesso note ormai soltanto a sommi capi, doveva consentire all'ingegnere anche più esperto nella sua disciplina di formulare criteri di progetto e strumenti di calcolo oltre la semplice sola 'analogia' formale per 'imitazione'. Oggi, la confidenza con le leggi della meccanica dei solidi e delle strutture, la capacità e lo scrupolo nel determinare il più possibile esattamente le condizioni al contorno oltre i margini dell'incertezza ammissibile, la pratica del calcolo rigoroso,

non devono essere i soli elementi di conforto nella progettazione. L'intuizione che costringe a inseguire concetti la cui elementare ragionevolezza possa assicurare, anche in assenza di chiari modelli teorici esplicativi, deve entrare nel bagaglio di conoscenza del progettista come la storia ci ha insegnato e i Maestri ci hanno tramandato.

L'ingegnere e l'architetto navale e nautico, esperti nelle discipline scientifiche e nella progettazione, non devono essere soltanto ciechi esecutori di un processo imitativo, ma partecipi di un'esperienza meritoria, peraltro molto inquietante, che appartiene alla saggezza socratica: la consapevolezza che la propria conoscenza scientifica è il miglior testimonio della propria reale ignoranza.

La storia della Scienza navale, non sostituisce certamente la consapevolezza della socratica *docta ignorantia*, ma anzi deve servire come momento di ripensamento delle conoscenze acquisite per favorire lo sviluppo di nuovi metodi e strumenti analitici di progetto e di calcolo, e di trovare in questo modo in sé stessa - *juxta propria principia* - le ragioni della propria crescita.

Partendo dalla geometria per arrivare alla statica, dalla matematica alla scienza della resistenza, dalle analisi fisiche e chimiche dei materiali alla meccanica dei solidi e delle strutture, la storia della Scienza navale può diventare matrice connotativa di un tessere a trama e ordito un tessuto di intuizioni empiriche e conoscenze scientifiche, per disvelare le nascoste ragioni che attraversano il progetto di una imbarcazione, il suo dimensionamento strutturale, le sue tecnologie e i materiali impiegati, fino alla cantierizzazione che porterà alla sua costruzione.

La Storia non ignora il contributo fondamentale offerto dai matematici e dagli ingegneri impegnati nella ricerca e nello

studio di temi afferenti alle competenze tecniche del progettista navale, ma come si evince dalla *Mathesis Universalis* perseguita dai maggiori scienziati del XVI e del XVII secolo, l'architettura navale e l'arte di costruire vascelli, appartengono ai grandi matematici che hanno fondato una disciplina, la Scienza navale, proprio a partire dalle sue radici e dalle sue conoscenze storiche tramandate di padre in figlio, da maestro ad allievo nei cantieri prima e negli stabilimenti navali poi, fino a tutto il XX secolo.

Il riconoscimento del ruolo importante assolto dagli scienziati così come quello dei costruttori nella realizzazione di una imbarcazione, un vascello, una nave, non è un contributo scontato, e purtroppo non è sufficiente per comprendere quel processo intimo ed essenziale che ha guidato i maestri d'ascia nella costruzione navale. Non si tratta, infatti, solo di un contributo senz'altro prezioso alla *firmitas* della costruzione navale, seppure in qualche modo collaterale, se non addirittura estrinseco al momento progettuale, ma invece di un momento di consapevolezza scientifica di un atto progettuale-intuitivo che ha portato per imitazione al progetto dell'imbarcazione.

L'integrazione tra costruzione e razionalità scientifica supera il momento strumentale e mira al significato stesso dell'opera così come è stata costruita. Sotto questo profilo, il richiamare alla memoria aspetti di storia della scienza e delle tecniche costruttive in campo navale appartiene propriamente al tema del bagaglio di conoscenze del progettista. Altre visuali e prospettive si affacciano e si intersecano tra loro, e obbligano anche chi si occupa di progetto o di forma o di estetica o di strutture o di costruzione a risvegliare la propria attenzione sull'atto tecnico del costruire, non inteso quale momento intermedio rispetto a una trascendente finalità, bensì quale

dimensione profonda dell'apertura dell'uomo alla conoscenza. La relazione tra arte e scienza, tra progetto e costruzione, diventa strumento interpretativo di una *ratio* progettuale che appartiene al mondo estetico come al mondo razionale. L'aspetto strutturale della costruzione è tutt'altro che un aspetto collaterale ed estrinseco nell'atto progettuale. In questo termini si colloca l'insegnamento della storia della scienza e della tecnica agli allievi delle scuole di design navale e ingegneria nautica, perché è in questo modo che si può percepire una sorprendente verità storica che accomuna le scienze che ruotano attorno alla costruzione navale: narrare la storia della Scienza navale, colta nei suoi momenti essenziali, disvela temi afferenti alla resistenza dei solidi, di Galileiana memoria, arricchiti e trasformati, nella ricerca delle ragioni fisico-mecchaniche che possono spiegare la statica e il fenomeno della resistenza, e parallelamente far comprendere aspetti nascosti e specialisti della progettazione, attraverso strumenti concettuali fondamentali per interpretare il comportamento dell'imbarcazione in mare.

Lo studio storico della Scienza navale allora può essere la via per penetrare l'intimo significato racchiuso nella costruzione navale, perché è lo strumento per svelare l'incontro tra la scienza meccanica e le tecniche del costruire, anche perché la sola osservazione dell'oggetto in sé non potrebbe aprire altrimenti che percorsi interpretativi e non dare spiegazioni sui profondi processi creativi e progettuativi, ma neppure una vaga precognizione delle leggi statiche e delle intuizioni strutturali che sottendono la costruzione stessa.

Per questo motivo si ritiene che l'interesse per la storia della costruzione navale debba essere più che un momento di semplice erudizione per studiosi appassionati, ma diventi strumento di conoscenza di base presso gli studiosi di architettura

e costruzioni navali: sia per la storia delle discipline in sé, sia per la storia della costruzione navale stessa, soprattutto nel momento in cui si interviene con progetti di restauro, recupero o trasformazione sui quali è richiesto formulare una diagnosi e una prognosi per il loro miglior re-impiego. Forse non è tanto un obiettivo storiografico ciò che sostiene questo interesse, quanto piuttosto la consapevolezza che un'approfondita conoscenza e un'attenta rimediazione sul passato sono oggi condizione necessaria per un reale avanzamento della ricerca.

MC

## The arrival of history in naval science

Massimo Corradi

Dipartimento di Scienze per l'Architettura

Scuola Politecnica – Università degli Studi di Genova

*The writings that closely belong to the discipline of History, and in particular those of the history of shipbuilding are content items quite different from each other, or very informative or very specialized. The scientist is often embarrassed when reading these texts because they are written with a humanistic character instead of a scientific-technical one. Sometimes they are riddled with mathematical formulas and diagrams written in obsolete languages, designed to discern the paths of the past and they are adjacent to a discipline that looks to the near future and not in the past, a story forgotten too often.*

*Naval Science, subject of which Leonhard Euler (1707 - 1783) was a master of and somehow a precursor; has been fainting, since archaic times, on the libraries' shelves forgotten by the scholars. This occurred because this subject has come to self-awareness especially in contemporary times when, following the example of the Galilean revolution, the community of mathematicians and scholars of mechanics steered their attention to the problems of shipbuilding and the operation of the vessels, which at first seemed disciplines entrusted only to the expertise of master carpenters and Masters and Shipmasters on board ships, as well as to the wisdom of tradition.*

*History, instead, is a field of study and research fascinating and fruitful of useful information. Because by understanding what has been achieved in the past, it has been possible to establish a more consistent definition of science and technology that should be used in the design and applied in the shipyard.*

*Also, for shipbuilding the sedimentation of knowledge of the past*

has also been handed down orally by shipwrights to their students and then taught in the French schools of Naval Engineering wanted and founded by Jean-Baptiste Colbert (1619 - 1683) Minister of the Navy French in the seventeenth century. Colbert has been able to point the way to face and solve the problems of static and structural matter, but also those related to material behavior and subsequently, thanks to the Enlightenment of the eighteenth century, those relating to navigation and the maneuvering of vessels.

Only in this way it has been possible to achieve those technical and technological goals that have enabled the great developments of shipbuilding in the nineteenth century, following the same "logic" that guided the ancient builders, thus obtaining correct and effective design and construction solutions.

Starting from the *Architectura navalis* of Joseph Furttenbach (1591 - 1667), continuing with the Naval Architecture of François Dassié (XVII sec.), to arrive to the mature works of Bernard Renau d'Élicagaray (1652-1719), Pierre Bouguer (1698 - 1758), Romme Charles (1745 - 1805), only to mention some of the best-known scholars, and finally to reach the critical work of Henri Louis Duhamel du Monceau (1700 - 1782) of Naval Architecture and construction of vessels. The Treaties of Naval Architecture, construction and operation of the vessels, associated with the first studies of mechanics and hydrodynamics, have traced the foundations of a Maritime Art and Navigation.

Such quantity of studies opened the way to the founding of the Naval Science, as well as it will be made first by Jean Bernoulli (1667 - 1748) and then by Eulero, where the mathematics associated with the fundamentals of mechanics has shown a new way of understanding architecture and shipbuilding.

In the recent years, historical research has strongly developed in many disciplines of Mathematics, Physics, in areas such as Science and Structural Engineering in Architecture, but little or nothing in

particular in Engineering and overall in Naval Engineering, disciplines almost oblivious of their rich and settled heritage. This probably happened because the preoccupation to achieve new results has always effectively forced their expert to a frantic pursuit to the latest acquisitions of techniques and technologies, to an exciting competition that allows no stopovers or critical thoughts toward the future, and "incompetent" and forgetting of its past.

Today, instead, there is a palpable change in direction. Those who are more dedicated to the research frontier should perceive that genuine progress of physical-mathematical sciences and also structural in the naval field, but perhaps especially in the nautical one. It should not just be a slavish exercise *das rednende Denken*, as Martin Heidegger (1889 - 1976) cites, but it requires an intense speculative effort to return to the beginning, and to sense the profound meaning, the epistemological status, and the unspoken or unmentioned values.

In this way the usual research expressed in the further processing of established theories but still susceptible of refining, or in the recruitment of more powerful synthesis which best clarify the scope of validity of the technical solutions generally used, or in the preparation of calculation programs increasingly refined should not be the necessary routine that supports and strengthens a common base of understanding among scholars, but it must be study and knowledge of the past to guide the future research.

The horizon of the scientific discipline does not only widens thanks to the discovery of new technologies, and the increasing complexity of computing systems which for example the structural engineers are trained on, though perhaps not always fully aware of the complex system of hidden algorithms that are contained in them, as the machine becomes *Deus* and is not disregarded by it and by its results.

The need to formulate plausible interpretations of the structures and



materials' mechanical behavior, the research of processes and calculation methods, of which is desired a simplification to bring back to the designer's intuition awareness of calculation, must be the fundamental support that is necessary to combine with the historical knowledge in a continuous process of discoveries of theories, technical developments and technological processes, which also have their own object of study from historians.

Therefore, it is clear that the modeled Naval science, from the scientific-educational "revolution" in the seventeenth and eighteenth centuries, in aid to the problems of the new engineering and shipbuilding sectors, must provide appropriate tools and methods to the processes of design and construction, strong knowledge that although remote and associated to the techniques often known (now only partially), should allow the engineer even more expert in his discipline to formulate design criteria and calculation tools beyond just one "analogy" formal for "imitation."

Today, the confidence with the laws of solid mechanics and structures, the ability and scruples in determining, as much as possible, exactly the boundary conditions beyond the margins of admissible uncertainty, the practice of rigorous calculation, should not be the only comfort elements in the design. The insight that forces to chase concepts whose elementary reasonableness will reassure, even in the absence of clear explainable theoretical models, must enter into the wealth of knowledge of the designer as history has taught us and the Masters have handed down.

The engineer and the naval architect, experts in the disciplines of science and engineering, should not be only the blind executors of a process of imitation, but should also share a meritorious experience, which are very disturbing, that belongs to the Socratic wisdom: the awareness that the scientific knowledge is the best witness of the real ignorance.

The history of Naval Science, certainly does not replace the knowl-

edge of the Socratic *docta ignorantia*, but rather should serve as an opportunity to rethink the knowledge gained to encourage the development of new methods and analytical tools for design and calculation, and to find within itself - own *juxta* principles - the reasons for its growth.

Starting from geometry and arriving to statics, from mathematics to resistance science, from the physical and chemical analyses of materials to solid mechanics and structures, the history of Naval science can become a connotative matrix of warp and weft to weave a fabric of empirical insights and scientific knowledge, in order to reveal the hidden reasons that through the design of a vessel, its structural dimensions, its technologies and the materials used, to the shipyard that will lead to its construction.

History does not ignore the fundamental contribution by mathematicians and engineers engaged in research and the study of issues related to the technical skills of the ship designer. But as shown by the pursued *Mathesis Universalis* lead by scientists of the sixteenth and seventeenth century, naval architecture and the art of building ships belong to the great mathematicians who founded a discipline, the Naval Science, starting from its roots and its historical knowledge handed down from father to son, from master to apprentice at shipyards first and naval establishments after, until the twentieth century.

The recognition of the important role fulfilled by scientists as one of the builders in the construction of a boat, a ship, a vessel, is not a granted contribution and unfortunately it is not enough to understand the intimate and essential process that guided the shipwrights in shipbuilding. In fact, it is not only a contribution certainly valuable to firmity of shipbuilding, although somewhat collateral, if not a foreign addition to the project time, but instead a moment of scientific awareness of an intuitive-design act that led to the boat project by imitation.

*The integration between construction and scientific rationality overcomes the instrumental moment and aims for the meaning of the work as it has been built. In this respect, the call to mind aspects of the history of science and construction techniques in the naval field properly belongs to the theme of the body of knowledge of the designer. Other points of view and perspectives face and intersect with each other, and also oblige anyone involved in the project or form or aesthetics or structures or construction to awaken its attention on the technical act of building, not intended as that intermediate time in respect to a transcendent purpose, but as a profound dimension of the opening of man to knowledge.*

*The relationship between art and science, design and construction, becomes an instrument of interpretation of a design ratio that belongs to the aesthetic world as well as the rational world. The structural aspect of building is not at all a collateral and extrinsic aspect in the design process. In these terms the teaching of history of science and technology is placed for the students of naval design and nautical engineering, because in this way it can be perceived a surprising historical truth that unites the sciences revolving around shipbuilding. Narrating the story of Naval Science, caught in its essential moments, reveals themes related to the resistance of solids, of Galilean memory, enriched and transformed, in the search for physical-mechanical reasons that may explain the static and the phenomenon of resistance. Parallel to that, it makes understand the hidden and specialist aspects of design, through fundamental conceptual tools for interpreting the behavior of the boat at sea.*

*Therefore, the historical study of Naval Science may be the way to penetrate the inner meaning contained in shipbuilding, because it is the tool for revealing the encounter between mechanical science and construction techniques. Also because the only observation of the object itself could not, otherwise, open to interpretive trails and could not give explanations on the profound creative processes and*

*design, but not even a vague precognition of static laws and structural insights that underlie the construction itself.*

*For this reason it is believed that the interest in the history of shipbuilding should be more than a moment of simple erudition for dedicated scholars, but become a tool of basic knowledge for students of architecture and shipbuilding. For both the history of the disciplines themselves and the history of shipbuilding itself, especially in the moment of intervention with restoration projects, recovery or transformation on which it is required to make a diagnosis and a prognosis for their best re-use. Perhaps it is not so much a historical objective what sustains this interest, but rather the realization that an in-depth knowledge and a thorough rethinking of the past are now a necessary condition for a real progress of the research.*

MC

