

Introdução à Engenharia Naval: Desafios e Realizações.

Fernando Antônio Sampaio de Amorim - Fernando@peno.coppe.ufrj.br
Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola de Engenharia,
Centro de Tecnologia, Bloco C sala 203. Cidade Universitária, Ilha do Fundão.
21945-970.Rio de Janeiro, RJ.

Alexandre Teixeira de Pinho Alho - Alho@peno.coppe.ufrj.br
Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola de Engenharia,
Centro de Tecnologia, Bloco C sala 203. Cidade Universitária, Ilha do Fundão.
21945-970.Rio de Janeiro, RJ.

***Resumo:** O artigo relata seis anos de experiência com a criação e a implantação da disciplina de Introdução à Engenharia Naval na Escola de Engenharia da UFRJ. Centrada na idéia de criar uma prática pedagógica diferente que pudesse, simultaneamente, trabalhar os conceitos fundadores da engenharia contemporânea e criar um impacto favorável no aluno que o levasse a gostar do trabalho em engenharia e do curso de engenharia naval. Esta idéia foi sendo desenvolvida em torno de uma referência básica - o navio. A identidade da engenharia naval com um objeto particular facilitava e estimulava a adoção de tal referência. Embora o navio seja um sistema bastante complexo e de grande variedade, pode ser analisado em torno de alguns elementos capazes de desvelar a unidade que o define: a geometria e a estrutura do casco e o sistema propulsivo são as referências básicas para a análise. A discussão também se fundamenta nas relações do navio com os sistemas econômicos e sociais de forma a entender suas características operacionais e o processo histórico de evolução. Jamais se pensou numa descrição tediosa, e inútil, de todas as possibilidades de utilizar embarcações para as inúmeras necessidades da humanidade. O desafio era tratar o navio como um conceito, identificando suas características fundamentais, conhecendo seu processo de evolução histórico e seu papel na sociedade contemporânea. O objetivo não é transformar o curso numa disciplina de história, sociologia ou filosofia, mas buscar identificar, a partir do navio, os elementos fundamentais da engenharia contemporânea. Várias experiências foram realizadas e são relatadas no artigo. Algumas alcançaram plenamente os objetivos propostos, determinando caminhos a serem seguidos. Outras fracassaram, mas contribuíram para aprofundar a reflexão indicando ora novos caminhos, ora a revisão e reformulação de objetivos.*

Subtemas: Metodologias de Ensino.

1. - Introdução

O curso de Introdução à Engenharia Naval foi incluído no curso em 1994. Não foi uma escolha pensada a partir de objetivos pedagógicos bem definidos, mas para ajustar o currículo do curso de engenharia naval a decisão da Congregação da Escola que passou a escolha da habilitação para o vestibular. Na ocasião existia uma disciplina no ciclo básico chamada de Introdução a Engenharia, com uma carga de 30 horas de aulas teóricas, que ficava sob responsabilidade do coordenador do ciclo básico. Quando a opção passou para o vestibular foram criadas sete novas disciplinas, uma para cada habilitação, e a responsabilidade foi transferida para o coordenador de cada curso. Na época, eu, o professor Fernando Amorim, fui coordenador do curso de engenharia naval, decidi assumir o trabalho pessoalmente, alterando a dinâmica anterior que se baseava num conjunto de 10 ou 12 conferências de convidados sobre sua experiência profissional como engenheiros e suas visões do mercado de trabalho e suas perspectivas.

A mudança da opção para o vestibular abria a possibilidade de intervir no ciclo básico com o objetivo de reduzir os efeitos dos grandes problemas conhecidos então. Os índices alarmantes de reprovação em cálculo e física, a falta de motivação epidêmica dos alunos e professores, a grande retenção, consequência aparente das reprovações, mas, como se verificou mais tarde, existia outra causa, a desarticulação das disciplinas da grade curricular.

Todos estes problemas eram pouco conhecidos pelos professores da Escola de Engenharia da UFRJ que recebiam os alunos apenas no quinto período. Poucos departamentos da Escola tinham atuação no ciclo básico, que ficava quase inteiramente entregue aos Institutos de Física e Matemática, com uma pequena participação do Instituto de Química. Este quadro não era diferente do que existia, e em grande medida continua existindo, em todas as grandes universidades. Os problemas de retenção e reprovação eram conhecidos, mas não havia diagnóstico consolidado sobre suas causas. De forma geral, sem preocupação com uma análise mais profunda e consistente, era comum atribuir o fracasso dos alunos a deficiências preexistentes, consequência da queda de nível do segundo grau. Também era comum atribuir-se à falta de maturidade fruto da idade com que ingressavam na universidade.

As disciplinas do ciclo básico que eram responsabilidade de Departamentos da Escola de Engenharia tinham uma dinâmica muito semelhante às oferecidas pelos Institutos.

Na UFRJ se constituiu uma cultura de que o Departamento associado a uma habilitação é o responsável pelo curso. Assim sendo, das sete habilitações da Escola de Engenharia, seis estão hoje associadas ao departamento respectivo que indica o coordenador através de eleições diretas entre seus membros, embora seja, formalmente atribuição do Diretor da Escola. Apenas o curso de engenharia civil tem uma estrutura um pouco diferente.

A disciplina de Introdução à Engenharia Naval oferecia uma ótima oportunidade para conhecer melhor os problemas do ciclo básico e as dificuldades dos alunos ao ingressar na UFRJ. Conhecendo melhor os problemas poderiam ser planejadas e testadas soluções.

Inicialmente o curso manteve o mesmo objetivo, isto é, conhecer o mercado de trabalho, e incorporou como objetivos secundários identificar as deficiências mais importantes trazidas da formação anterior. Foi mudada a metodologia adotando discussões em aulas a partir de material bibliográfico selecionado pelo professor, a alguns textos escritos para avaliações intermediárias, produzidos em sala, visitas a empresas e embarcações, e uma monografia.

O primeiro curso foi suficiente para mostrar que o objetivo central da disciplina estava mal formulado. Não se chega a entender o trabalho em engenharia, estudando o mercado de trabalho e as políticas públicas, instituições e normas que o regem, mas se pode deixar de tratar desta questão porque corresponde a uma grande ansiedade do aluno em relação ao seu futuro. No entanto, a questão central é entender a essência do trabalho do engenheiro, a forma como aborda e resolve os problemas da engenharia, a relação entre a ciência e o

conhecimento empírico acumulado e, no caso particular da engenharia naval, o objeto central do seu trabalho será sempre o navio, qualquer que seja a atividade que irá realizar no mercado da indústria marítima.

Decidimos virar o curso de cabeça para baixo adotando um novo eixo. Este artigo relata o modelo a que se chegou após um longo processo de buscas e experiências, algumas bem sucedidas, outras nem tanto. Relata um pouco do processo e os elementos que julgamos mais relevantes.

2. As Conseqüências da Mudança da Opção para o Vestibular

A decisão de transferir a opção para o vestibular foi motivada principalmente pelo desequilíbrio da procura interna pelas diferentes habilitações. Na época em que o debate se iniciou, em 1992, havia muito mais alunos querendo ingressar nos cursos de eletrônica e produção do que as vagas oferecidas. Para o curso de engenharia mecânica a procura era bem menor, mas ainda assim maior que as vagas oferecidas para o quinto período. Os demais cursos - elétrica, naval, metalurgia e civil - ficavam com vagas sobrando. Outro fenômeno que incomodava a todos era o grande número de alunos que se mantinham pelo ciclo básico esperando uma vaga nos cursos mais procurados.

Ao final de 1993 o curso de engenharia naval tinha menos de cinquenta alunos. Em 1994 este número já havia subido um pouco, fruto dos esforços de divulgação realizados junto aos alunos do básico e de um convênio com a Universidade Federal do Pará para receber alunos interessados em cursar engenharia naval na UFRJ. O objetivo do convênio era formar engenheiros para atender ao pólo de construção naval que estava sendo implantado em Belém. Este convênio acabou sendo denunciado porque quase todos os alunos acabaram ficando no Rio de Janeiro. Muito poucos voltaram para trabalhar no Pará. Hoje o curso conta com cerca de duzentos e cinquenta alunos, o que evidencia que os que defendiam a opção no vestibular estavam pelo menos parcialmente corretos.

A decisão da Congregação que definiu a mudança da opção para o vestibular foi quase unânime, mas a questão sempre foi e continua sendo polêmica. Prevaleceu a opinião daqueles que tinham a responsabilidade por gerir as dificuldades criadas pelo desequilíbrio da demanda interna por vagas nos cursos da moda. No entanto, muita gente continua dizendo que foi uma decisão equivocada. É bem verdade que em tempos anteriores à GED - Gratificação de Estímulo a Docência - e as avaliações do MEC, a falta de alunos não chegava a incomodar boa parte do corpo docente que passava a se dedicar à pesquisa e a pós-graduação. Em 1993 o Departamento de Engenharia Naval tinha mais alunos de pós-graduação, cerca de 120, do que de graduação. No entanto, em 1994 a CAPES, começou a cobrar um maior envolvimento com a graduação o que começou a evidenciar os ventos de mudanças que se avizinhavam. Nosso departamento era um dos que era contra a mudança, embora o diretor e o diretor de ensino fossem professores do Departamento, a maioria dos nossos colegas era a favor de manter a opção no terceiro período e o ingresso no quinto. Os argumentos principais se referiam a qualidade dos alunos, a falta de maturidade para fazer uma escolha vocacional com menos de 18 anos e a crise na construção naval, que foi confundida com uma crise no mercado de trabalho para engenheiros navais. Esta confusão influenciava a escolha dos alunos da Escola e passou a influenciar a escolha dos alunos que se inscreviam no vestibular.

Mesmo os mais impetuosos defensores da opção no vestibular jamais imaginaram a dimensão dos novos problemas que passaríamos a viver como conseqüência dessa decisão. Embora este não seja o tema central deste artigo as conseqüências da opção no vestibular influenciaram fortemente muitas das escolhas e decisões que serão narradas a seguir. Só para se ter uma idéia mais clara da dimensão do problema aí vão alguns números: dos trinta e cinco alunos que ingressaram em março de 1994, apenas doze ainda estavam matriculados depois de concluído o terceiro período e apenas nove colaram grau até o fim de 1999. Os outros três

ainda estão matriculados tentando terminar o curso. Para o segundo período de 1994 trinta e três alunos confirmaram a matrícula no início do ano. Destes apareceram dezenove para se inscrever em disciplinas no segundo semestre e apenas cinco continuaram no curso e já haviam colado grau ao final de 1999.

Muitos alunos abandonaram o curso de engenharia naval, outros, após permanecerem alguns períodos e serem aprovados na maioria das disciplinas do antigo ciclo básico, fizeram um novo vestibular para ingressar em outro curso da Escola, como engenharia de produção, engenharia eletrônica e engenharia mecânica. Com isto driblavam a proibição de transferência interna, mas criavam um novo problema, porque bloqueavam uma vaga no primeiro período, quando de fato iriam ocupar um lugar no terceiro ou no quarto períodos.

O vestibular da UFRJ permite que os alunos façam até três opções para as diversas habilitações em engenharia, escolhendo ainda o período em que desejam ingressar. No entanto, prevalece a classificação sobre a opção. Isto é, os alunos são classificados pelos pontos que obtiveram no concurso e em seguida as vagas vão sendo preenchidas de acordo com a opção dos alunos. Desta forma, a maioria dos alunos do curso de engenharia naval fez primeira, e não raro segunda opção, para outros cursos.

O quadro acima mostra que nos idos de 1996 qualquer planejamento para o curso de engenharia naval passava por definir a manutenção dos alunos como objetivo estratégico. Neste planejamento Introdução à Engenharia Naval deveria ter um papel de destaque. Poderia contribuir para reverter o quadro de desmotivação gerado, em parte, pela frustração do pouco contato aparente que as disciplinas do ciclo básico tem com a engenharia. A questão da ambientação ao meio profissional tem sido apontada, quase unanimemente como um dos grandes problemas dos cursos de engenharia que derivaram da reforma de 1969 (lei 5540). Também poderia contribuir para evidenciar o caráter da relação entre a física, a matemática e a engenharia. Finalmente poderia contribuir para acalmar a ansiedade em relação ao mercado de trabalho, mostrando as possibilidades reais de atuação do engenheiro naval na indústria marítima e em outros ramos de atividade.

3. O Modelo Anterior

No modelo anterior a metodologia foi de convidar profissionais de competência reconhecida, quase sempre ex-alunos, para realizar uma conferência de duas horas quando deveria discorrer sobre sua experiência profissional e o que pensava a respeito das perspectivas para o mercado de trabalho. Na nossa opinião, fundamentada nas conferências que assistimos, esta é uma solução muito ruim para alunos em início de curso e talvez para alunos em qualquer estágio. Quase sempre as conferências se transformavam em testemunhos pessoais de caráter quase religioso e muito raramente apresentavam uma visão crítica que pudesse servir como base para uma discussão das perspectivas. Apenas como uma possível exceção, de que não tenho notícia, algum dos convidados se preocupou em apresentar uma visão mais ampla e sistematizada do mercado de trabalho e suas perspectivas positivas e negativas. Quase todas as conferências a que estive presente apresentaram um discurso pessimista, dogmático, mistificador, profundamente contaminado pelo senso comum e invariavelmente de pouca profundidade. O modelo de disciplina nunca teve boa avaliação por parte dos alunos e jamais contribuiu para aprofundar a reflexão com o objetivo de fundamentar a escolha da habilitação.

A primeira versão da disciplina Introdução à Engenharia Naval manteve os mesmos objetivos e a mesma questão central do modelo anterior – o mercado de trabalho, fazendo os ajustes necessários ao universo da engenharia naval, as perspectivas da indústria de construção naval e da indústria marítima no Brasil. No entanto, mudou o enfoque do ensino e acrescentou alguns objetivos secundários relativos à identificação das principais deficiências dos alunos trazidas da formação anterior. Foi adotado o método tutorial com o objetivo central

de preparar os alunos para realizar uma pesquisa bibliográfica e preparar uma monografia sobre as perspectivas do mercado de trabalho para o engenheiro naval.

As aulas eram organizadas com o objetivo de discutir alguns dos elementos que estavam nas referências visando problematizar a questão, estimular a participação dos alunos e indicar os caminhos mais promissores para aprofundar a reflexão sobre o tema, cujos resultados deveriam ser apresentados em monografias ao final do curso. Foram realizados alguns exercícios visando preparar os alunos para escrever a monografia. O esquema era muito simples. Na aula um tema era escolhido e indicado o trecho da referência a ser lido, em geral 10 a quinze páginas. Após uma discussão de cerca de 45 minutos cada aluno deveria escrever um texto com uma síntese do que foi discutido e a sua opinião a respeito do assunto e da discussão. O objetivo destes trabalhos era o de acompanhar a evolução dos alunos e capacidade de cada um de superar o senso comum e tirar suas próprias conclusões.

Em 1994 a crise da indústria de construção naval chegou ao auge e à levou a paralisação das atividades dos principais estaleiros. Os empresários do setor faziam um enorme barulho com grande repercussão na imprensa. Apresentavam um discurso catastrófico que produziu um efeito devastador entre os alunos que ingressavam no curso. O senso comum indica que engenheiro naval trabalha na construção naval. Portanto, se a indústria naval estava parada não haveria empregos. Esta equação aparentemente trivial, encobria a realidade que havia se consolidado há quase dez anos e que não era percebida nem mesmo pela maioria de nossos colegas de departamento. Desde de meados da década de 80 que os estaleiros respondiam por menos de 10% dos empregos para engenheiros navais. Os outros 90% estavam trabalhando em outras áreas da indústria marítima. Nenhum dos grandes estaleiros nunca esteve entre os maiores empregadores de engenheiros navais, ou de outras habilitações necessárias às atividades de construir navios. Desde que o governo de Juscelino Kubitschek havia decidido criar, ou recriar, um parque de construção naval para atender às necessidades domésticas de navios para suportar o comércio internacional, os maiores empregadores sempre foram a Petrobrás, a Marinha do Brasil e o Loyd Brasileiro. No final da década de 1970 as sociedades classificadoras passam a figurar entre os maiores empregadores, posição que consolidam nos anos 80 e 90. Destas empresas apenas o Loyd deixou de ser uma das principais da indústria marítima. No entanto, talvez tenha sido mais uma causa para a crise da construção naval, do que uma consequência. O Loyd Brasileiro era uma das principais empresas de navegação do país, responsável por cerca de 80 do movimento de carga geral de bandeira brasileira nas rotas de longo curso. Foi duramente afetado pela decisão do governo José Sarney de promover o sucateamento da empresa como estratégia para privatizar ou fechar. A idéia era transferir para as empresas privadas nacionais as linhas do Loyd. Isto no entanto, não ocorreu porque com a desregulamentação promovida no governo Collor a participação do Loyd foi absorvida por grandes empresas internacionais que entraram no mercado brasileiro com grande agressividade. Apesar disto, empresas de navegação como a Libra, a Aliança e a Costeira, cresceram em relação à participação anterior nas linhas de longo curso de carga geral, em especial no que se refere ao transporte de contentores. Em relação ao mercado de trabalho para engenheiros navais o crescimento destas empresas acabou compensando a paralisação e fechamento do Loyd. As Sociedades Classificadoras cresceram impulsionadas pelo mercado de certificação aberto com as normas de qualidade da International Standard Organization. A exploração de petróleo no mar também contribuiu para o aumento da presença das Sociedades Classificadoras no Brasil e para a chegada e criação de novas empresas que também abriram novos postos de trabalho para engenheiros navais.

O objetivo do curso era que os alunos percebessem e refletissem sobre esta realidade, que não estava nos jornais e nem correspondia ao discurso dos donos de estaleiro, que se colocavam como vítimas da perseguição do governo. A responsabilidade pelas enormes dívidas contraídas com o Estado, consequência de empréstimos oficiais, em condições

extremamente favoráveis, que não eram pagos, de forma sistemática, de encargos trabalhistas que eram recolhidos e não transferidos aos cofres da União, impostos sonegados e não pagos e obras que atrasavam para serem usadas como instrumentos de chantagem contra os armadores e agências oficiais, tudo isto jamais vinha a público e era um dos elementos que fazia parte dos desafios propostos aos alunos para suas pesquisas.

Logo nos primeiros exercícios ficou claro que as dificuldades que deveríamos enfrentar eram bem maiores do que as que havíamos imaginado. Os alunos mostraram inicialmente grande apatia e muita resistência para participar das discussões. Ficou evidente que tinham grande dificuldade em entender tanto o discurso do professor, como os textos indicados como referência. Não faziam a menor idéia de como conduzir uma pesquisa bibliográfica, a maioria nunca tinha freqüentado uma biblioteca. Os alunos também mostravam grande dificuldade em se expressar. A ausência de uma referência clara do que queria e pensava o professor deixava a maioria da turma muito angustiada. Nestas ocasiões sempre demonstravam uma grande insegurança para tirar suas próprias conclusões de um processo de análise para o qual não tinham uma receita indicando o que deveriam fazer e quais as respostas “certas”.

Nos recusamos a aceitar a idéia de que teríamos que rebaixar nossas pretensões. Os alunos vinham das escolas mais conceituadas do Rio de Janeiro e do país. Tinham uma história de sucesso na vida escolar. Portanto, a decisão foi a de empurrá-los para que alcançassem o nível pretendido pelo curso. Acabamos por chegar perto do que pretendíamos. Superamos as dificuldades com muita persuasão, incluindo desafiar a capacidade dos alunos, bastante pressão e muito trabalho. As principais deficiências de expressão verbal e escrita foram enfrentadas com um curso emergencial e intensivo dado pela profa. Maria Helena Silveira, que acabou se transformando numa disciplina – Análise e Produção Textual.

As dificuldades também nos levaram a refletir sobre os objetivos do curso e não foi difícil concluir que por mais relevantes que tivessem sido os resultados alcançados, os alunos terminavam o curso sabendo muito pouco sobre navios e engenharia naval. Tal conclusão evidenciava que os objetivos estavam mal formulados e deviam ser revistos. Por outro lado, também ficou claro que não se podia deixar de tratar a questão do mercado de trabalho, mas isto podia ser feito de forma diferente associada ao conhecimento do navio e do trabalho do engenheiro naval.

4. O Modelo Adotado.

A experiência com o método tutorial foi animadora. Assim sendo esta foi a primeira escolha para novo modelo. Decidimos organizar o curso em torno dos trabalhos cada um deles correspondendo a um grupo de objetivos e habilidades intelectuais que precisavam ser cultivadas. As aulas deveriam ser realizadas de forma a preparar os alunos para fazer os trabalhos.

O primeiro objetivo do curso seria fazer com que os alunos comesçassem a conhecer os navios. Esta é uma proposta de estratégia de ambientação ao universo da engenharia naval. O desafio era descrever os navios sem recorrer a apresentações tediosas e massacrantes em função da grande carga de informações e conceitos, a começar pela linguagem e a nomenclatura própria do meio da construção naval e transporte marítimo. Por outro lado, talvez este seja um dos elementos essenciais para garantir que os alunos se sintam parte desse universo. No método tutorial o essencial é mostrar ao aluno a forma como ele pode preencher um vazio de conhecimento e construir as relações e conexões com o que já sabe. O primeiro trabalho consiste em uma monografia sobre uma classe particular de navios e uma apresentação para a turma. É um trabalho em grupo de dois alunos e também abre as portas para dois trabalhos subsequentes. A idéia é simples. Uma pesquisa bibliográfica analisando o material disponível para preparar um texto com uma síntese capaz de descrever as características técnicas da classe de navio que escolheram. Nas aulas os professores

apresentam o petroleiro, que pode ser considerado o navio mercante mais importante da atualidade porque esta classe de navios representa mais de 50% da capacidade de carga da frota mundial e transporta a mercadoria mais importante para a sociedade industrial. Todas as aulas são organizadas de forma a trabalhar um método de análise e obrigar os alunos a pensar. Na primeira aula apresentamos uma transparência com um petroleiro e pedimos que os alunos identifiquem o navio. Quase sempre a resposta sai por tentativa e erro. No entanto, depois de encontrada a resposta os alunos são desafiados a justificá-la. São introduzidos os conceitos de sistemas que correspondem a um grupo de elementos organizados para realizar uma função determinada. Este trabalho é feito por comparação com outras classes de navios utilizando muita imagem: fotografias, tabelas, desenhos, planos e vídeos. Também se busca apresentar o processo de evolução histórica dos petroleiros, discutindo inclusive as causas econômicas políticas e sociais de seu surgimento e desenvolvimento. Durante este período os alunos contribuem fazendo pesquisas na biblioteca e na Internet para trazer elementos para a discussão. Quando o método de análise já está dominado pelos alunos todos, individualmente, tem que apresentar uma síntese escrita sobre os petroleiros. Então, os grupos são formados e os navios escolhidos para preparar a monografia e a apresentação.

Na discussão muitos conceitos e informações importantes para a segunda fase do curso são introduzidos. Os principais se referem às técnicas construtivas e aos sistemas mecânicos para propulsão. Ambos são introduzidos na discussão sobre o petroleiro como um elemento importante de análise. Têm um papel de destaque na abordagem da evolução histórica, mas são deixados, propositadamente, à margem do foco principal. A idéia é centrar a primeira abordagem nas características do casco e na forma como o espaço interno do navio é organizado em função das características da carga que transporta e da interação com o sistema portuário. A discussão é conduzida numa perspectiva histórica onde se procura destacar os aspectos econômicos, políticos e sociais que determinaram o surgimento de uma classe de navios para o transporte de petróleo a granel. Não é difícil deixar em segundo plano os elementos relativos às técnicas construtivas e o sistema propulsivo porque boa parte do material bibliográfico disponível os deixa em segundo plano. Neles o foco é do arquiteto naval, que está sempre mais preocupado com a geometria do casco, sua estrutura e com a organização do espaço interno.

A segunda parte do curso trata dos sistemas propulsivos. Começamos com as velas para chegar à diversidade dos sistemas atuais. A abordagem histórica é centrada no princípio de funcionamento das máquinas. Neste ponto surge a oportunidade de discutir as relações entre conhecimento empírico e conhecimento científico. Até o final do século XIX todos os sistemas mecânicos de propulsão, incluindo as velas, foram idealizados sem o conhecimento de termodinâmica e mecânica dos fluidos nos termos em que a ciência contemporânea os apresenta. No entanto, é evidente que os ancestrais dos engenheiros mecânicos e navais conheciam os fenômenos e foram capazes de idealizar e construir máquinas transformadoras de energia para impulsionar embarcações. Ao apresentar a propulsão à vela discutimos o princípio de funcionamento à luz da mecânica dos fluidos para fazer as relações com as disciplinas da grade curricular. No entanto, sempre se procura recuperar um pouco da perspectiva dos homens que fizeram as máquinas com o conhecimento de que dispunham na época. A idéia é recuperar o aspecto racional de uma perspectiva fenomenológica e conceitual, que não buscava elaborar modelos matemáticos de previsão, porque deles não tinha necessidade, mas operava com os conceitos mais refinados na elaboração das soluções. Busca-se superar a visão simplificadora e reducionista do processo de desenvolvimento histórico, muito comum na formação do segundo grau.

Da propulsão à vela passamos para a máquina a vapor seguindo o seu processo histórico de evolução, começamos com as bombas de vácuo, passamos para as alternativas e em seguida para as máquinas alternativas a vapor. Neste ponto a análise se torna um pouco mais

detalhista até chegar nas turbinas a vapor. Nesta fase utilizamos muito material gráfico, alguns vídeos e os relatórios de estágio embarcado preparados e apresentados pelos alunos de máquinas marítimas (oitavo período).

Um circuito semelhante é conduzido para as máquinas de combustão interna. Iniciamos com os motores alternativos e seus ciclos termodinâmicos e concluímos com as turbinas a gás.

O primeiro exercício desta fase é identificar no laboratório de máquinas térmicas cada uma destas máquinas classificando-as pelo princípio de funcionamento e explicando-o. Em seguida a monografia que fizeram é enriquecida com a descrição dos sistemas propulsivos. Pretende-se incluir uma fase de visitas a embarcações e experiências em simuladores no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha da Marinha do Brasil com os respectivos relatórios. Ainda não foi possível em função de dificuldades operacionais, embora já se tenha a concordância das instituições envolvidas.

A terceira parte do curso trata da tecnologia de construção e da estrutura do casco. A análise histórica é centrada no conceito da estrutura do casco e na sua relação com o processo construtivo. Partindo da canoa escavada num tronco de árvore vamos analisar como a técnica construtiva interferiu ou determinou o surgimento de conceitos de estrutura até chegar no século XX com os grandes navios especializados construídos em aço. Sem abandonar as relações entre os aspectos econômicos, políticos e sociais e a cultura técnica busca-se entender a permanência e a descontinuidade de concepções e processos. Nesta etapa temos o apoio de um vídeo preparado exclusivamente para o curso a partir de banco de imagens – Cento e Cinquenta Anos de Construção Naval, de uma monografia, Amorim (1995), e de muitos recursos gráficos.

Esta etapa do curso tem ainda um caráter ilustrativo. Não há um trabalho específico. Os alunos são estimulados a apresentar um capítulo sobre a história de sua classe de navios na versão final da monografia. Durante dois períodos cobramos um fichamento da monografia. No entanto, o resultado não se mostrou satisfatório e este trabalho foi abandonado.

Na quarta e última etapa do curso são apresentados os conceitos básicos de flutuação e equilíbrio de corpos flutuantes a partir da discussão do caso concreto de um navio. Retomando os conhecimentos do segundo grau os alunos acabam descobrindo as condições de equilíbrio e como calcular estimativas do peso e do empuxo a partir da geometria do navio e de algumas informações adicionais. Embora a questão da previsão já tivesse aparecido diversas vezes em diferentes etapas do curso, pela primeira vez eles são confrontados com todas as etapas e todos os elementos da construção de um modelo matemático de um fenômeno físico que tem o objetivo de produzir estimativas do comportamento mecânico de um sistema que ainda não existe. Neste processo surgem com muita clareza as relações entre ciência e engenharia e entre física e matemática. Toda a discussão e o desenvolvimento dos instrumentos de trabalho são realizados a partir de casos reais. São usados planos e informações de embarcações projetadas por alunos dos últimos períodos do curso.

O primeiro exercício desta fase é o cálculo de algumas das características do navio fornecido pelo professor. Em seguida todos devem preparar uma planilha para realizar o mesmo cálculo. O último trabalho é usar a planilha para calcular as características hidrostáticas do navio escolhido para a monografia e do qual terão que construir um modelo geométrico.

Este trabalho foi introduzido no curso quando se percebeu a grande dificuldade de todos os alunos nas relações plano espaço e espaço plano. Em engenharia sempre se utiliza a representação gráfica de sólidos tridimensionais através de um conjunto de projeções bidimensionais, sejam elas projeções em planos horizontais ou verticais. No caso da engenharia naval temos um complicador adicional pelo fato de trabalharmos com superfícies muito complexas, que são representadas através de um conjunto de seções, geradas pela

intercessão da superfície do casco com planos verticais e horizontais igualmente espaçados, projetadas, de forma superposta, num mesmo plano horizontal ou vertical. Temos portanto uma representação discreta de uma superfície contínua através de seções geradas por planos ortogonais. Esta forma de trabalhar exige um grande domínio das relações plano espaço. A idéia de utilizar modelos geométricos surgiu quando a professora Maria Helena Silveira narrou sua experiência com aceleração da escolaridade, num projeto de extensão desenvolvido na UFRJ na segunda metade dos anos 80 com alunos de primeiro grau, quando utilizou modelagem com argila e outros tipos de escultura para desenvolver diversas capacidades intelectuais que haviam ficado prejudicadas pela falta deste tipo de atividade na infância, em função da falta da pré-escola, tais como a visão espacial, o raciocínio geométrico, além de desenvolver a coordenação motora fina. Resolvemos tentar um caminho semelhante com nossos alunos utilizando modelos geométricos do casco construídos em eucatex e poliuretano. As seções são cortadas em placas de laminado de 2 mm e montadas como uma estrutura, O espaço entre as seções é preenchido com poliuretano que é esculpido com lixa para representar a superfície do casco. As seções servem como guia para esculpir a superfície que precisa ser imaginada a partir de sua representação discreta. A construção dos modelos também serviu para introduzir uma série de elementos muito importantes para a engenharia tais como precisão de medidas físicas, o planejamento e organização de um trabalho em grupo, avaliar a qualidade do processo e do produto, confrontar o que foi planejado com o que foi realizado, além de iniciar prática de oficinas e uma nova cultura nos cursos de engenharia da UFRJ – aprender fazendo.

O fecho do curso é o projeto de uma embarcação a remo para cruzeiro costeiro. Este trabalho tem o objetivo de operar como uma síntese de todo o curso e iniciar os alunos na metodologia de projeto de engenharia. Embora articule mais diretamente os conhecimentos trabalhados na quarta fase utiliza elementos de todas as fases. O projeto é iniciado em sala de aula discutindo a metodologia e formulando o problema de projeto. Cada grupo tem que apresentar um relatório parcial em sala para todos os colegas e defender o seu projeto para uma banca formada por professores do Departamento de Engenharia Naval em apresentação pública. A escolha do tema para este projeto não foi trivial. Buscávamos um tipo de embarcação suficientemente simples para que pudesse ser projetada com o conhecimento acumulado pelos alunos até o final do primeiro período. Portanto, um pouco mais do que trouxeram do segundo grau. Também deveria corresponder a um conceito pouco explorado de forma a evitar cópias diretas. Isto é, deveria ser um problema quase inédito para se constituir num desafio efetivo. Barcos a remo existem muitos, de vários tipos, com objetivos bastante diversos. No entanto, no mercado não existe nenhum modelo para cruzeiro costeiro. Por outro lado, esta exigência levaria os alunos a conhecer as normas para navegação costeira e as exigências para registro da embarcação. Outros projetos foram tentados como o caiaque e uma réplica de bomba de vácuo para elevar água, ou um comboio de barças para transporte de cargas a granel. Nenhum deles produziu os mesmos efeitos de motivação e articulação de conhecimentos, mas este já é um assunto para a próxima seção.

5. Resultados e Conclusões

O resultado mais importante é que os alunos estão ficando no curso de engenharia naval. Muitos são reclassificados para outras habilitações ao final do primeiro período e preferem continuar com a engenharia naval. Já tivemos inclusive algumas poucas transferências de outros cursos da Escola. Evidentemente que isto não se deve apenas à disciplina de Introdução à Engenharia Naval, embora todos reconheçam a sua contribuição. Outras modificações introduzidas na grade dos primeiros períodos e nas disciplinas do primeiro período, em especial nas disciplinas de desenho, computação, cálculo e análise e produção textual, também tem contribuído de forma muito importante para manter nossos alunos. Atualmente

de cerca de 35 alunos que ingressam no primeiro período, cerca de 25 continuam matriculado após a conclusão do quarto período. Dos que saem uma parte importante opta por fazer todo o básico no nosso curso. Na minha opinião isto também pode ser considerado um sucesso porque desta forma afirmam a confiança e apoio nas mudanças que foram introduzidas no curso de engenharia naval e também não abandonam o campo da engenharia. Portanto, podemos afirmar que se observa uma redução muito significativa no abandono do curso naval a partir das modificações introduzidas na disciplina de Introdução à Engenharia Naval e as mudanças que ela provocou na grade do antigo ciclo básico.

De todos os resultados observados os que mais nos entusiasma são os obtidos com a construção dos modelos geométricos e o projeto do barco a remo. Além da motivação dos alunos e da capacidade de superar deficiências importantes, que mesmo os alunos mais fracos têm demonstrado, os resultados evidenciam que os alunos poderão alcançar as capacidades intelectuais que julgamos adequadas para a formação de intelectuais da engenharia, desde que os tratemos como adultos, capazes de se tornarem sujeitos do processo de aquisição e produção do conhecimento. Estes dois trabalhos tem nos estimulados a dar prosseguimento em outras disciplinas onde os alunos passariam a desenvolver o projeto e construir um protótipo.

Os outros trabalhos apresentaram resultados dentro do esperado. As monografias feitas interativamente, em dois ou três ciclos, mostram que escrever é um exercício fundamental para desenvolver a capacidade de análise e síntese. Outra grande deficiência trazida da formação básica que pode ser rapidamente superada.

A metodologia de ensino adotada, baseada no método tutorial, corresponde ao resultado de anos de buscas, experiências, frustrações e alguns poucos êxitos, como de resto todo trabalho científico. O modelo adotado foi profundamente influenciado pelas leituras de Paulo Freire (Freire, 1978 e 1977) e pelo trabalho com a professora Maria Helena Silveira, que nos indicou o caminho para sistematizar nossas experiências, fundamentando nosso trabalho no estudo de Gilbert Highet (Highet, 1962) e Vigotski.

O método tutorial estimulou a formação de novos hábitos intelectuais entre os alunos e os ajuda a amadurecer, tanto do ponto de vista intelectual como psicológico, por os transforma em sujeitos do processo de aprendizagem, o que implica em assumir responsabilidades. Uma vez quebrada a resistência inicial, que é grande, a turma passa a se envolver com grande entusiasmo nas discussões, debates e projetos. Esta experiência contribui para o amadurecimento do grupo e de cada um dos alunos.

6. Referências Bibliográficas

- Amorim, Fernando Antônio S. *Uma Pequena História das Embarcações*. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Naval/Escola de Engenharia/UFRJ, 1997, 120 p.
- Freire, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1978, 220 p.
- _____. *Educação Como Prática da Liberdade*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1977, 150 p.
- Gilbert, Highet. *A Arte de Ensinar*. São Paulo: Melhoramentos, 1962.