

## **O ENSINO DE TRATAMENTOS TÉRMICOS DOS METAIS – NOVO ENFOQUE, NOVAS PERSPECTIVAS**

Autores: **Raimundo Teixeira Costa** \* - rcosta@em.ufop.br  
**José Carlos Perez Gonzalez** \*\* - ispcb@terla.inf.cu  
**Cristovam Paes de Oliveira** \*\*\* - paes@em.ufop.br

- \* Mestrando do ISPETP/CUBA/UFOP.
- \*\* Universidad Pedagógica de Cienfuegos – CUBA.
- \*\*\* Departamento de Metalurgia e de Materiais da EM/UFOP.

**Resumo.** *O ensino de engenharia no Brasil tem passado por várias modificações ao longo de sua história, visando adequar o perfil do profissional às exigências da sociedade.*

*Em alguns casos, modelos, métodos e meios de ensino foram implementados sem contemplar a realidade do momento, não contribuindo para a formação de um profissional pleno, dotado da qualificação necessária ao bom desempenho de suas funções.*

*Uma análise do ensino da disciplina “Tratamentos Térmicos dos Metais”, do Curso de Engenharia Metalúrgica da Escola de Minas da UFOP, mostrava, até então, uma abordagem baseada em aspectos puramente técnicos, com enfoque no conteúdo e centrada, principalmente, no professor (método explicativo-ilustrativo e reprodutivo). Este trabalho enfoca a situação da citada disciplina, antes e após algumas modificações implementadas, através de uma nova metodologia de ensino, baseada na utilização do chamado “Método Produtivo” ou mais especificamente, métodos que envolvem a aprendizagem por meio da resolução de problemas, também conhecido como “Ensino por Problema”. Tal metodologia objetiva motivar o aluno e possibilitar, com isto, o desenvolvimento de outras competências e habilidades, além daquelas tradicionalmente requeridas.*

**Palavras-chave:** *Metodologia de ensino, Ensino por problemas, Tratamentos térmicos dos metais.*

### **1. INTRODUÇÃO.**

A rapidez com que ocorrem as mudanças tecnológicas, nos diferentes setores da produção e dos bens de serviços, faz com que o profissional de hoje deva estar preparado e consciente para enfrentar os constantes desafios de sua profissão.

Para uma instituição de ensino, de um país não pertencente ao grupo das grandes potências, acompanhar tamanhas mudanças torna-se difícil, mas compete a ela, todo o esforço no

sentido de propiciar ao aluno um ensino eficiente, tendo em vista que, a economia está baseada no conhecimento. Também, o conceito de que pesquisa só se faz em país rico é inaceitável, pois a busca na solução de problemas, na criação de idéias inovadoras, certamente irá contribuir para a melhoria de vida de qualquer sociedade. Além dos avanços científicos e tecnológicos, a escola deve preocupar-se também com a formação da personalidade do aluno. Tal preceito significa romper com o ensino tradicional (tecnicista), possibilitando uma formação integral aos futuros profissionais, premissa que hoje está clara nos termos da lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que indica a necessidade de uma flexibilização curricular e a diversificação na formação profissional.

O trabalho em pauta focaliza a disciplina Tratamentos Térmicos dos Metais, do curso de Engenharia Metalúrgica da Escola de Minas da UFOP e, para melhor se entender como funciona o processo de ensino adotado, selecionou-se uma de suas unidades para o estudo, comparando-se os resultados oriundos do ensino tradicional, apoiado em métodos puramente reprodutivos e aquele baseado na nova metodologia aplicada que contempla outros aspectos, entre os quais merece destaque a importância da participação efetiva do aluno como sujeito ativo nas atividades a serem desenvolvidas. Finalmente, o que se pretende, em uma das unidades da disciplina, tomada como exemplo, é mostrar como é possível, através da adoção de uma adequada metodologia de ensino, promover interação aluno-professor, aluno-aluno, através do trabalho em equipe e o estabelecimento de um vínculo afetivo, muitas vezes olvidado, por se entender, de maneira estereotipada, que o objetivo do ensino é apenas o repasse do conhecimento técnico.

## 2. DESENVOLVIMENTO.

A aplicação de uma metodologia de ensino adequada, baseada em uma combinação racional e equilibrada de métodos reprodutivos e produtivos, na área de atuação profissional, certamente contribuirá para a eficiência do processo ensino-aprendizagem, possibilitando ao aluno aprender a ser livre, independente, seguro, disciplinado, organizado, responsável, enfim dotado de conhecimentos, destrezas e comportamentos requeridos pela sociedade atual. Dependendo do processo adotado, pode-se gerar tanto um indivíduo com a visão universalista e criativa (com sede de aprender pelo prazer de aprender) ou com uma visão estreita e unilateral. Segundo Mujica (1999): “os indivíduos não criativos, vivos (biologicamente) estão mortos (socialmente)”.

Para melhor entender-se o processo, alguns conceitos fundamentais devem ser lembrados, por estarem intrinsecamente vinculados ao objeto deste trabalho. São eles:

- ***Problema:*** É um dos elementos do processo profissional consistindo em um conjunto de relações objetivas que, em um dado momento, apresentam uma incongruência ou uma insuficiência para a satisfação dos interesses de um grupo. Quando esse conjunto de relações objetivas se manifesta sobre o objeto de trabalho de uma profissão, temos o que se denomina problemas profissionais.
- ***Objeto:*** Em filosofia é considerado o termo que designa basicamente o que é apresentado com caráter físico e estável, independentemente do ponto de vista, dos desejos ou das opiniões do sujeito.
- ***Objetivos:*** São as aspirações que se estabelece para a formação de um determinado profissional, de acordo com uma demanda social. Responde à pergunta : Para que? É considerada a categoria orientadora do processo. Através dos objetivos são dadas respostas

aos problemas que a sociedade coloca, sendo o seu núcleo as habilidades que se pretende desenvolver.

- Conteúdo: Os conteúdos de ensino se manifestam nos conhecimentos, destrezas e habilidades. Responde à pergunta : O que ensinar? Através dos conteúdos se modifica o objeto, visando dar solução aos problemas identificados, alcançando-se assim os objetivos definidos.
- Método: Esta categoria pedagógica é muito rica, razão pela qual apresenta várias definições e também várias classificações. É o elemento dinamizador do processo. Responde à pergunta: Como ensinar? A utilização do ensino por problema visa a construção, pelo aluno, de seus próprios conhecimentos, através de uma reflexão e do desenvolvimento da criatividade. O aluno deve estabelecer, mediante uma situação proposta (problema) a contradição entre o já conhecido e o desconhecido. O professor não estabelece as vias de solução do problema, pois estas ocorrerão mediante tarefas que surgirão a partir da proposição inicial, organizadas para a busca de elementos novos. No processo de ensino por problema, a ser apresentado para a unidade selecionada, deve ser estabelecido uma correta relação entre o método produtivo e o reprodutivo na atividade dos alunos, isto é, deve estar presente o problema, por que precisamente aí se encontra a dinâmica desse ensino. O problema é a categoria que preside todo o processo de ensino por problema, que constitui a utilização das contradições dialéticas no processo de ensino–aprendizagem. Podem ser considerados cinco os métodos nesta categoria: 1) a exposição por problemas; 2) a busca parcial; 3) a conversação heurística; 4) resolução de problemas; 5) método investigativo.

Para se alcançar os objetivos definidos num processo ensino aprendizagem e resolver os problemas detectados, faz-se necessário a adoção de uma estrutura flexível, permitindo ao aluno o desenvolvimento de toda sua potencialidade, com uma estratégia dinâmica que leva em consideração o perfil desejado. A complexidade do ato de ensinar requer, segundo as circunstâncias ou o conteúdo, o uso combinado e variado de métodos, que têm como finalidade alcançar um fim, uma meta e uma aspiração, estabelecendo sempre uma interpelação entre os dois protagonistas do processo : professor–aluno e a comunicação entre eles.

- Meio: É o que utiliza o sujeito para transformar o objeto, podendo ser o objeto real, seu modelo ou instrumento de trabalho. Visa facilitar o processo, respondendo à pergunta : Com que?
- Formas organizativas: Maneira de organizar, desde o ponto de vista temporal, o desenvolvimento do processo (a atividade). Integram todo o processo. Respondem à pergunta: Como organizar? Nelas se produz, por exemplo, a relação professor–aluno.
- Avaliação: É a constatação, regulação e controle periódico do desenvolvimento do processo modificado do objeto. A avaliação está presente em todas as etapas do processo.

Isto posto, alguns conceitos sobre a Metalurgia, sobre Tratamentos Térmicos de Metais e ainda sobre a unidade selecionada “Temperabilidade”, são igualmente importantes para estabelecer-se os parâmetros a serem aplicados no ensino da disciplina.

- Engenharia Metalúrgica: É a arte e a ciência de extrair economicamente os diversos metais e/ou ligas metálicas a partir de suas múltiplas ocorrências minerais e/ou subprodutos industriais. É a arte e a ciência de conferir-lhes composição, forma, dimensões e características comportamentais condizentes com o mercado consumidor. É ainda a arte e a

ciência de tudo isso fazer com profundo respeito à vida em todas as suas formas de manifestação.

- *Tratamentos Térmicos dos Metais:* É o conjunto de operações de aquecimento, permanência a uma determinada temperatura e resfriamento, a que são submetidos os metais com o objetivo de conferir-lhes propriedades físicas, químicas e mecânicas as mais convenientes, permitindo seu emprego direto, ou a sua conformação mecânica.
- *Temperabilidade dos aços:* Propriedade que quantifica a capacidade dos aços de se transformarem em martensita. Em outros termos, mostra a capacidade de se endurecerem a uma determinada profundidade, a partir da superfície, quando submetidos a leis de resfriamento determinadas.

## 2.1 - Metodologia aplicada à unidade Temperabilidade dos aços.

Para o presente estudo, foram preparados uma série de quesitos, os quais foram aplicados a 11 (onze) alunos matriculados no primeiro semestre de 1999, na disciplina regular de Tratamentos Térmicos dos Metais. Tais quesitos, bem como os resultados obtidos, são mostrados e analisados abaixo.

### 2.2 – Quesitos:

- (A) - **Existe uma efetiva integração de todas as unidades teóricas e práticas da disciplina?**  
 (B) - **No início do curso o professor define os objetivos da disciplina e suas unidades?**  
 (C) - **A avaliação é realizada de forma integral (incluindo, além de provas escritas, relatórios, seminários, trabalho em grupo)?**  
 (D) - **A forma com que é ministrada a disciplina (metodologia empregada), permite a formação de um profissional crítico, criativo, transformador, ético, preparado para enfrentar os desafios de sua profissão?**  
 (E) - **Você considera que a disciplina está direcionada mais para formação técnica do aluno (não levando em consideração os aspectos afetivos)?**  
 (F) - **No aspecto da formação integral, você considera que a disciplina está bem estruturada?**

## 3.Resultados:

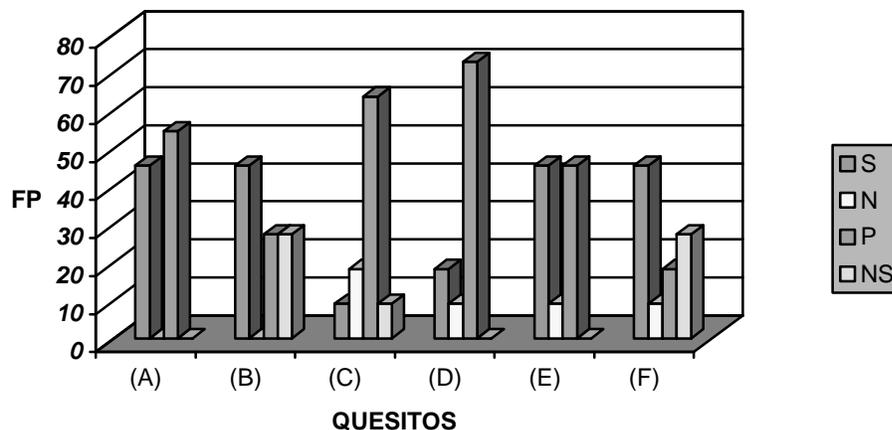
TABELA I

Quesitos	Respostas							
	S	FP %	N	FP %	P	FP %	NS	FP %
(A)	05	45,5	00	00	06	54,5	00	00
(B)	05	45,4	00	00	03	27,3	03	27,3
(C)	01	9,1	02	18,2	07	63,6	01	9,1
(D)	02	18,2	01	9,1	08	72,7	00	00
(E)	05	45,5	01	9,1	05	45,5	00	00
(F)	05	45,5	01	9,1	02	18,2	03	27,3

Obs: S= Sim; N= Não; P= Parcialmente; NS= Não Sabe; FP % = frequência percentual

Na tabela I, a frequência percentual dá uma idéia clara da tendência geral das respostas obtidas para cada um dos quesitos. Tal parâmetro está mostrado no gráfico I.

GRÁFICO I



Uma análise criteriosa dos resultados mostrados na tabela e reproduzidos graficamente, aponta os **principais problemas**, abaixo relacionados, que determinam uma nítida necessidade de mudanças no ensino da disciplina.

- Integração parcial entre a teoria e a prática.
- Os objetivos da disciplina e suas unidades são definidos parcialmente.
- O sistema de avaliação mostra uma deficiência clara e contundente.
- A metodologia empregada não se mostra de forma adequada para a formação integral do aluno.
- No que tange ao quesito (E) as respostas indicam a necessidade de uma correção de rumos no processo ensino-aprendizagem.
- No aspecto da formação integral, as respostas indicam, novamente, a necessidade de uma mudança de enfoque no ensino da disciplina.

A constatação de tais problemas levou a uma análise crítica sobre a forma de como era conduzida a disciplina, merecendo destaque as seguintes reflexões:

- Ausência de maiores estímulos (metodologia ineficiente) para o desenvolvimento de outras competências e habilidades, como por exemplo, da criatividade, do trabalho em equipe, da comunicação oral e escrita, de uma melhor utilização dos recursos da informática, etc.
- Falta de uma maior participação dos alunos nas aulas teóricas, como agentes ativos do processo ensino-aprendizagem.
- Utilização não adequada da inteligência coletiva dos alunos.
- Falta de uma efetiva participação dos alunos em trabalho de laboratório, restando-lhes a observação e o acompanhamento da execução, pelo professor, das tarefas.
- Dificuldade do aluno em aplicar os conhecimentos adquiridos em aulas teóricas na solução de problemas profissionais.

Em função do diagnóstico realizado e das reflexões acima, que indicam de forma inequívoca a necessidade de mudanças na metodologia de ensino, através de técnicas específicas, resolveu-se adotar uma associação equilibrada de métodos reprodutivos e produtivos, com ênfase no ensino por problema. Tais mudanças foram implementadas para a turma do segundo semestre de 1999, igualmente constituída por 11 (onze) alunos. Para melhor compreensão, relata-se abaixo o método aplicado à mesma unidade da disciplina. Nesta unidade estão descritas as principais

etapas do processo de ensino, bem como um problema específico que permite ao aluno apresentar soluções diversas e com isto, entender com facilidade a unidade selecionada.

### **3.1. Objetivos gerais da unidade:**

- ✓ Consolidar os conhecimentos teóricos específicos da unidade (definições, leis, princípios, métodos).
- ✓ Integrar teoria e prática, onde o aluno deverá, ao terminar o estudo desta unidade, saber aplicar os métodos de determinação da temperabilidade para diferentes aços.
- ✓ Traçar curvas de temperabilidade para diferentes tipos de aços, utilizando os recursos da informática, mostrando a influência da composição química no resultado final e, conseqüentemente na aplicação prática.
- ✓ Identificar as microestruturas resultantes, nos diferentes pontos dos corpos de provas tratados, em função dos tipos variados de aços.
- ✓ Propor, de forma criativa, novas formas de realização dos ensaios, aperfeiçoando o processo, visando resolver os problemas com maior eficiência, através de pesquisa com dados complementares em bibliotecas (artigos, revistas, livros, informes, etc.), na Internet, discussão em grupo, observação, consulta a especialistas e em experiências de laboratório.
- ✓ Desenvolver outras competências e habilidades, além das tradicionais.

### **3.2. Conteúdo da unidade (Endurecibilidade ou Temperabilidade dos aços):**

- Definição e objetivos da unidade. Conceitos sobre resfriamento ideal, diâmetro ideal, diâmetro crítico e severidade de têmpera. Descrição dos principais métodos de determinação da temperabilidade (métodos de Grossman, Jominy e da Composição química). Relação entre as curvas de Lamont e Jominy. Ábacos e tabelas correspondentes ao assunto. Fatores que influenciam na temperabilidade dos aços. Importância prática.

### **3.3. Desenvolvimento das aulas teóricas:**

No desenvolvimento das aulas teóricas foram utilizados, principalmente, os métodos explicativo-illustrativo, reprodutivo, associados com o método de exposição por problema, caracterizado pelo fato de o professor não apresentar aos alunos os conhecimentos técnicos de forma acabada. O professor, durante as explicações, formula perguntas relacionadas como tema, implicando assim, na participação dos alunos no desenvolvimento do processo.

### **3.4. Desenvolvimento da prática:**

Pode-se colocar, nesse caso, várias situações (problemas), entretanto vamos assumir uma, como exemplo. No final das aulas teóricas, o professor apresenta o seguinte problema para os alunos, divididos em duas turmas:

Um determinado cliente, fabricante de eixos com 2” de diâmetro, para a indústria automobilística, solicita de um fabricante de aços um material com composição química definida e com dureza no centro desses eixos pré-determinada (por exemplo 30 HRC). Em função desta demanda, pede-se: Para atingir a dureza requerida, em que meio os eixos devem ser resfriados após austenitizados? É possível variar-se a temperatura e o tempo de permanência sem modificar a dureza final?

A partir da proposição do problema, os alunos, individualmente, deverão buscar as soluções possíveis, utilizando os recursos disponíveis, como, por exemplo, as anotações de aulas, a bibliografia pertinente em biblioteca, Internet e outros.

Isto feito, no início dos trabalhos, os alunos, em grupo, discutem suas pesquisas realizadas. O professor, a partir daí, atua como orientador, visando motivar os alunos para o traçado de uma estratégia que permita solucionar teoricamente o problema, podendo elaborar uma série de perguntas sobre o problema proposto. Alcançada esta etapa, compete aos alunos, com a ajuda do professor, propor um sistemas de tarefas, determinando os equipamentos e demais recursos a serem utilizados na comprovação, em laboratório, da solução ou soluções propostas teoricamente. Isto consiste, no presente exemplo, na seleção adequada do aço, na preparação do corpo de prova padronizado, por normas técnicas específicas, na realização do ensaio Jominy, com posterior preparação do material que possibilite o levantamento da curva dureza x distância da extremidade temperada, a partir da qual serão obtidos os dados necessários à determinação do meio de resfriamento, naturalmente, utilizando-se de ábacos específicos. Selecionado o meio de resfriamento que atenda à dureza demandada pelo cliente, restará aos alunos resolver a segunda parte do problema. Assim, poderão optar por uma discussão inicial pelo grupo, buscando novos conhecimentos que somados àqueles existentes, certamente lhes permitirá a solução final, confirmando se todas as variáveis do processo foram devidamente determinadas. Com isto o problema estará solucionado.

Ao contrário da metodologia anterior, baseada em métodos explicativos-ilustrativos e reprodutivos, na resolução do problema acima estão presentes uma combinação desses métodos com os produtivos, possibilitando ao aluno a participação efetiva no processo ensino-aprendizagem e o desenvolvimento da sua criatividade e independência intelectual. Estas habilidades são vitais para o sucesso do profissional de hoje em uma sociedade cada vez mais competitiva.

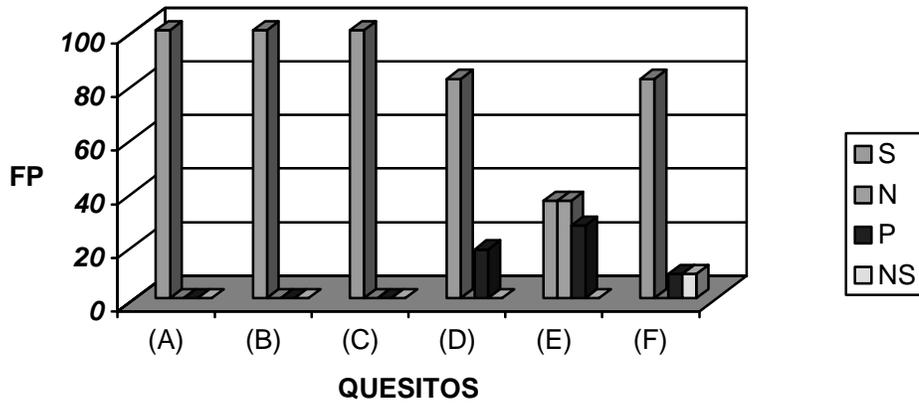
Após esta experiência com a turma do segundo semestre, foram elaborados os mesmos quesitos aplicados aos alunos do primeiro semestre e os resultados estão mostrados na tabela II e no gráfico II.

TABELA II

Quesitos	Respostas							
	S	FP %	N	FP %	P	FP %	NS	FP %
(A)	11	100	00	00	00	00	00	00
(B)	11	100	00	00	00	00	00	00
(C)	11	100	00	00	00	00	00	00
(D)	09	81,8	00	00	02	18,2	00	00
(E)	04	36,4	04	36,4	03	27,2	00	00
(F)	09	81,8	00	00	01	9,1	01	9,1

Obs: S= Sim; N= Não; P= Parcialmente; NS= Não Sabe; FP % = Frequência Percentual

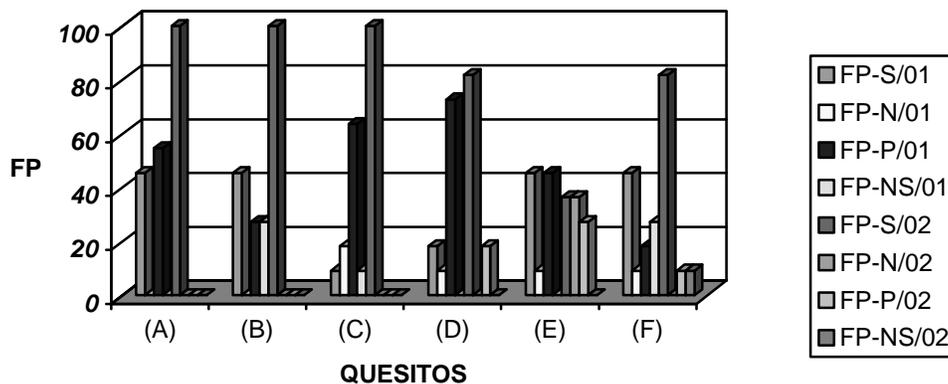
**GRÁFICO II**



O gráfico III, que reúne os resultados do primeiro e segundo semestres estudados, mostra de forma nítida um avanço considerável de respostas positivas em relação aos quesitos (A), (B), (C), (D), (E) e (F).

Espera-se que este novo enfoque dado a esta unidade e que deverá ser extensivo a todas as outras, possa contribuir para se alcançar os objetivos colocados, possibilitando assim a formação de um engenheiro metalúrgico solicitado pela sociedade atual.

**GRÁFICO III**



**01 – Primeiro Semestre de 1999; 02 – Segundo Semestre de 1999.**

#### 4. CONCLUSÕES:

- A metodologia de ensino empregada na unidade transforma o ensino meramente tecnicista, centrado no professor, em um ensino inovador, que conduza à formação de um profissional independente, capaz de dar soluções criativas a diferentes problemas.
- Os resultados mostram que uma melhor integração da teoria com a prática pode ser viabilizada através da combinação equilibrada de métodos de ensino.
- Espera-se que estas mudanças constituam-se em uma contribuição para a formação adequada de um engenheiro metalúrgico, que possa desempenhar suas funções com independência e criatividade, atendendo às expectativas de um mercado cada dia mais competitivo e em constante transformação.

#### 5. BIBLIOGRAFIA.

1. ALMEIDA, A. **Diretrizes Curriculares: Delineando Novo Paradigma**. Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE). Revista de Ensino de Engenharia, 20, 2º semestre de 1998.
2. CIRIANO, I.M.H.; **Problemas Fundamentales de la Pedagogia: Reflexiones para una Practica Critica – ISPETP, La Habana, cuba, 1996.**
3. COLETIVOS DE AUTORES. **Metodología para Áreas Profesionales – ISPETP - Habana. 1998.**
4. MUJICA, J. L. H.; **La Enseñanza Problemática de las Ciencias Naturales y la Creatividad.** Instituto Superior Pedagógico “Enrique J. Varona”. Habana.
5. RODRÍGUEZ, R. F.; PADRÓN. C. H. **Desenho Curricular: Modelación del Proceso de Formación de Profesionales.** Habana, 1999.
6. SILVA, A . L. C.; MEI, P. R.; **Tecnologia dos Aços.** São Paulo. Gráfica Editora Hamburg Ltda, 1981.
7. COSTA R. T.; PAES DE OLIVEIRA, C. – **“O Papel do Professor na Formação do Engenheiro – Área de Materiais”**. Encontro por la Unidad de los Educadores Latino Americanos, Anais do Evento, p. 615, 01/05 de fevereiro de 1999, Havana, Cuba.
8. OCAÑA, A. L. O; **La Enseñanza Probémica en la Fomación de Profesionales Técnicos: Un Imperativo de la Pedagogía Contemporánea.** Instituto Superior Pedagógico de Holguín. Cuba, 1999.