

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Faculdade de Educação**

**Física Escolar, Ciência e Novas Tecnologias de Produção:  
o desafio da aproximação**

**Nilson Marcos Dias Garcia**

Tese apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação junto à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Sylvia Vidigal Moraes.

**São Paulo**  
2000

*Para Tânia  
Pelo companheirismo*

*Para o André e para a Luciana  
pelos inúmeros momentos, durante estes  
últimos anos, em que não pude melhor  
aproveitar de suas companhias*

## *Agradecimentos*

*Eles se estendem a todos os que contribuíram, das mais diversas formas, para que este projeto se concretizasse.*

*Em especial:*

*À professora Carmen Sylvia Vidigal Moraes, minha orientadora, que, desde os tempos de minha defesa de mestrado tem-me acompanhado. A ela, meu agradecimento pelas aulas, sugestões e críticas, pelo acompanhamento e pela confiança depositada em mim e no meu projeto de pesquisa.*

*À "Empresa", pela possibilidade de acesso às suas dependências. Aos "funcionários", pela disponibilidade e atenção em me atender durante todo o período em que a pesquisa de campo se realizou. "Anônimos" para os leitores por força da pesquisa, estão bastante presentes na minha memória.*

*Aos professores José André Peres Angotti e Lucia Emília Nuevo Bruno, pelas significativas contribuições na qualificação.*

*Ao tempo, por ter-me possibilitado o privilégio de ouvir o prof. Roque Spencer Maciel de Barros (in memorian) e usufruir, em suas aulas, de sua cultura e conhecimento.*

*À profa. Acácia Zeneida Kuenzer, pelas discussões nas reuniões do Núcleo e pela oportunidade de tomar contato com pesquisas em fábricas.*

*Ao prof. João Augusto de Souza Leão de Almeida Bastos, que no seu sábio comedimento, sempre me deu incentivo e me abriu a oportunidade de partilhar de sua experiência.*

*Ao CEFET-PR, pelo apoio institucional.*

*Aos colegas do DAFIS (Departamento Acadêmico de Física) e do PPGTE (Programa de Pós Graduação em Tecnologia) do CEFET-PR, pelo estímulo, apoio, incentivo e divisão de tarefas para que meu trabalho pudesse ser concluído.*

*À Nanci Del Giudice Pinheiro, funcionária da Secretaria da Pós Graduação da Faculdade de Educação da USP, pela sempre presente atenção, carinho e eficiência no atendimento.*

*Ao professor, agora já doutor, Carlos Roberto Vianna, pelo incentivo, apoio, estímulo na hora certa e leituras críticas.*

*À professora Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia, pelo estímulo, apoio, incentivo e pela competência profissional, manifestada pelas inúmeras leituras, críticas e sugestões.*

# Índice

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Capítulo 1- Ciência, produção e ensino: espaços de circulação do conhecimento de Física..</b>	10
1.1 Novas Tecnologias ... não tão novas!.....	11
1.2 Profissionalização e ensino.....	24
1.2.1 Origens das escolas profissionais.....	25
1.2.2 Reflexos da Reforma na Educação Profissional brasileira.....	29
1.2.3 A Física nas escolas de formação técnica.....	34
<b>Capítulo 2 - Construindo a investigação: metodologia e instrumentos</b> .....	46
2.1 A indústria pesquisada.....	47
2.2 Os instrumentos de coleta de dados.....	51
2.3 Os procedimentos de coleta e tratamento das informações.....	53
2.3.1 Tratamento das informações obtidas com a aplicação do Questionário.....	55
2.4 Itens de análise.....	58
2.5 Os participantes da pesquisa.....	59
<b>Capítulo 3 - Ultrapassando os muros da escola: a física presente numa indústria</b> .....	70
3.1 A Física presente nas atividades dos trabalhadores.....	71
3.1.1 A prática reifica a Física escolar.....	79
3.1.2 Novos assuntos, presente. Assuntos novos, ausente.....	92
3.1.3 Algumas considerações sobre os assuntos de Física.....	99
3.2 Locais de aprendizagem: procuram-se. Exige-se experiência.....	105
3.2.1 A Física aprendida na escola.....	109
3.2.2 A fábrica como espaço de aprendizagem.....	111
3.2.3 A física que gostaríamos de ter estudado... na escola de nossos sonhos.....	123
3.3 Ter freqüentado escola significa... ..	130
<b>Reflexões Finais</b> .....	139
1 Algumas considerações.....	140
2 Perspectivas de novas investigações.....	143

## **Tabelas**

Tabela 1 - Caracterização dos participantes da pesquisa .....	60
Tabela 2 - Indicadores de idade e tempo de serviço dos participantes .....	61
Tabela 3 - Tópicos organizados a partir da lembrança dos funcionários, ordenados pela intensidade de presença .....	73
Tabela 4 - Tópicos organizados a partir de uma listagem de assuntos, ordenados pela intensidade de presença .....	75
Tabela 5 - Quadro comparativo entre a intensidade de presença dos conteúdos de Física indicados pela lembrança e estimulados pela listagem .....	77
Tabela 6 - Assuntos lembrados mas usualmente não previstos na programação do Ensino Médio e sua relação com os tópicos do questionário .....	94
Tabela 7 - Assuntos presentes mas pouco ou não indicados.....	98

## **Anexos** ..... 146

Anexo 1 - Assuntos lembrados, por grupo .....	147
Anexo 2 - Identificação dos participantes e descrição de funções .....	154
Anexo 3 - Quadros gerais de respostas .....	167
Anexo 4 - Intensidade de presença de assuntos, por indicação estimulada, por grupo .....	171
Anexo 5 - Tópicos e assuntos ordenados por intensidade de presença .....	200
Anexo 6 - Documentos gerais da pesquisa .....	204
Anexo 7 - Modelos dos instrumentos aplicados .....	209
Anexo 8 - Índices de livros didáticos .....	230
Anexo 9 - Trechos de transcrições de entrevistas .....	249

## **Bibliografia** ..... 270

## **Resumo**

Este trabalho relata uma investigação realizada junto a uma empresa montadora de linha branca com o objetivo de identificar os assuntos de Física escolar presentes em sua linha de produção. Tratando-se de uma pesquisa realizada na fronteira entre dois campos, ao mesmo tempo que se apoiou em referenciais teóricos relativos à Educação e Trabalho, também necessitou de elementos pertinentes ao campo específico do Ensino de Física. Tomando como referência, num primeiro momento, a história da educação, principalmente no que concerne à sua relação com a produção industrial, e partindo do pressuposto de que o conhecimento presente no processo produtivo pode interagir com o conhecimento escolar, sem que para isso se estabeleça uma relação de dependência entre a indústria e a escola, a pesquisa se desenvolveu como um estudo de caso e, por meio de visitas ao setor produtivo da Empresa, entrevistas com alguns de seus funcionários e análise de questionários por eles respondidos, conseguiu-se identificar os assuntos escolares de Física presentes no processo produtivo investigado. Entre outros aspectos, discutiu-se sobre os espaços em que ocorre a circulação desses conhecimentos, ressaltando-se tanto a escola quanto a fábrica, na qual assumiram especial papel os próprios colegas de serviço, os supervisores e os assim denominados "padrinhos", funcionários com maior experiência que transmitem aos recém admitidos os conhecimentos necessários para um bom desempenho profissional. Procurou-se também identificar o significado que o conhecimento de Física tem, tanto para o ingresso como para a manutenção no emprego, assim como para a operação de equipamentos com alta tecnologia incorporada. Finalmente, procurou-se ressaltar as possíveis aproximações entre o conhecimento escolar de Física e o conhecimento presente na produção da empresa investigada, além de serem também tecidas considerações a respeito das possíveis implicações dos estudos realizados.

## **Abstract**

This work relates the investigation done between a company that produces appliances with the objective to identify the School Physics issues in the production line. Being a research done on the border of two fields, as well as theoretical references concerned to Education and Work, it used some pertinent elements specifically to Physics Education. Considering as reference the history of education, specially on what concerns to its relation with the industrial production and assuming that the actual knowledge in the productive process can interact with the school knowledge, although there will be no need for a relation of dependence between industry and school, the research developed as a case study, and through some interviews with employees, visits to the shield as well as analysis of the inquiries they had answered, had the possibility to identify the subjects related to academic Physics enclosed on the investigated work environment. Among other subjects, was discussed the spaces on which arrives the exchange of the knowledge emphasizing either the school and the company, on which we had the special contribution of the workers, the supervisors and the "godfathers", employees with larger experience who transmit to the just admitted the necessary knowledge for a better professional performance. Tried either to identify the importance that the knowledge of Physics has not only to get a work position but also to keep that position as well as the operation of high tech equipment. Finally it tried to reveal the implications between the Physics knowledge from school and the Physics knowledge at the company that we analyzed and some considerations were made about possible implications of the done researches.

## **Resumée**

Cette étude expose une recherche élaboré auprès d'une entreprise d'électroménagers, afin d'identifier les aspects utilisés dans sa ligne de production, provenant de l'enseignement des Sciences Physiques, niveau secondaire. S'agissant d'une recherche à la frontière de deux champs, s'appuyant aussi sur des théories liées à l'Education et Travail, elle a eu aussi besoin d'éléments pertinents de l'enseignement des Sciences Physiques. Partant dans un premier temps de l'histoire de l'éducation, notamment de son lien à la production industrielle, et supposant que la connaissance scolaire peut se croiser avec celle présente dans le processus productif, sans établir pour autant une relation de dépendance entre l'industrie et l'école, la recherche s'est développée comme une étude de cas, et à l'aide de visites à la branche productive de l'entreprise, d'entretiens de leurs employés puis d'analyse de questionnaires auxquels ils ont répondu, on a réussi à identifier les aspects scolaires de Sciences Physiques présentes dans le processus productif recherché. On a débattu, entre autres, sur les espaces où circulent ces connaissances, mettant en relief aussi bien l'école que l'usine, au sein duquel les ont assumé un rôle spécial les propres collègues, les superviseurs et ceux ainsi dénommés "parrains", les anciens qui transmettent aux tous nouveaux les connaissances nécessaires au métier. On a cherché aussi à identifier les poids des connaissances en Sciences Physiques, tant à la selection d'embauche qu'à l'utilisation d'équipements hautes technologies. Finalement, on a cherché à mettre en avant les possibles rapprochements entre la théorie et son application au sein de la production de la dite entreprise, outre le fait d'avoir tisser des liens autour des implications des études réalisées.

## **Resumen**

Este trabajo expone una investigación realizada junto a una empresa electrodoméstica con el objetivo de identificar los asuntos de Física escolar presentes en su producción. Tratándose de una investigación a la frontera de dos campos, al mismo tiempo que se utiliza de nociones teóricas del campo de la Educación y Trabajo, fue también necesario elementos pertinentes al campo específico de la Enseñanza de Física. Tomando como referencia, en un primer momento, la historia de la educación, particularmente su vínculo con la producción industrial, y suponiendo que el conocimiento presente en el proceso productivo puede cruzarse con el conocimiento escolar, sin establecer una relación de dependencia entre la industria y la escuela, la investigación se desarrolló como un estudio de caso y, por visitas al sector productivo de la empresa, entrevista con algunos de sus empleados y análisis de cuestionarios contestados por ellos, se consiguió identificar los asuntos escolares de Física presentes en el proceso productivo investigado. Entre otros aspectos, se debatió sobre los espacios de circulación de esos conocimientos, poniendo de relieve tanto a la escuela como a la fábrica, en la cual asumieron el papel especial los propios empleados, los supervisores y los que nombramos "padrinos", empleados con mayor experiencia que transmiten a los recién llegados, los conocimientos necesarios a un buen desempeño profesional. Se buscó también identificar el significado del peso de la Física, tanto en la contratación, como en la operación de equipos con alta tecnología incorporada. Finalmente, se buscó poner de relieve las posibles aproximaciones entre el conocimiento escolar de Física y el que está presente en la producción de la empresa investigada, además de haber elaborado consideraciones sobre las posibles implicaciones de los estudios realizados.

*"Terminei o primeiro grau e...não tinha mais...  
a gente sossegou porque não exigia mais, né. Pra quem  
estava trabalhando não exigia mais o estudo né.  
Então a gente sossegou daquilo, né?  
Daí, agora com a entrada dessa nova tecnologia,  
aí, né, daí forçou a gente voltar a estudar né.  
E, que nem... onde eu trabalho hoje,  
só trabalha quem entra técnico né? Pra trabalhar, né?  
A gente está ali por causa da experiência, da convivência  
que a gente tem na matéria toda, no serviço, né?  
com o pouco que a gente sabe, né?  
Mas daí entrou esse negócio aí da ... nova tecnologia aí  
do ... como é que se diz, do ... essa, globalização,  
daí forçou a gente voltar a estudar, né?  
E agora vou ter que fazer um, mais um curso técnico,  
alguma coisa pra ...Pra acompanhar."*

*operador de máquina*

## Introdução

Quando da realização do curso de Mestrado, nosso trabalho de pesquisa teve como objetivo investigar o ensino de Física proposto para a rede federal de ensino técnico industrial, principalmente em função de nossa atividade como docente no Ensino Médio (à época segundo grau) no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, uma das instituições participantes desta rede. Como resultado desse trabalho, a dissertação "*A Física no ensino técnico industrial federal: um retrato em formato A4*", defendida em 1995, apresentou, a partir das respostas dadas pelos professores a diversos instrumentos de coleta de dados, uma caracterização das condições humanas e materiais com que a Física era desenvolvida nesse sistema de ensino.

Considerando que a pesquisa realizada se restringia a um determinado nível de ensino, algumas das leituras realizadas no decorrer do curso e na elaboração da dissertação (Cunha, 1977; Silva, 1990; Kuenzer, 1992; Zibas, 1992; Franco, 1994) possibilitaram um melhor entendimento sobre aspectos específicos desse nível escolar. Além disso, ampliaram a compreensão de algumas questões que, naquele momento, em pleno debate a respeito da nova legislação de educação, se encontravam na base das discussões sobre os rumos a serem dados ao então chamado Segundo Grau, historicamente indefinido entre oferecer uma formação propedêutica ou uma qualificação profissional.

Ao lado daquelas leituras, outras permitiram ampliar a compreensão do contexto histórico no desenvolvimento das escolas técnicas e da Física nelas ensinada. Entre elas, os trabalhos de Fonseca (1961), Franco e Sauerbronn (1984), Franco (1985), Prescivalle (1985), Romanelli (1986), Ribeiro (1987), Machado (1989a) e Moraes (1990), contribuíram significativamente para alertar para as múltiplas questões de natureza social, histórica e econômica que se fazem presentes em estudos sobre instituições de ensino voltadas para a profissionalização.

A caracterização pretendida, objetivo principal daquele trabalho, mostrou, entre outras coisas, que a Física proposta para as Escolas Técnicas e CEFETs era semelhante à do segundo grau não técnico; que em praticamente todas essas instituições havia atividades de laboratório dessa disciplina, desenvolvidas, porém, de forma tradicional, e que havia pouca articulação intencional entre os assuntos de formação geral e os de formação profissional.

Outras considerações relacionadas mais ao próprio ensino técnico também puderam ser feitas a partir da pesquisa realizada. Entre elas: a alteração da classe social dos alunos atendidos, tendendo para os de renda mais elevada; um desvio dos objetivos iniciais das escolas, configurando-se as mesmas como uma boa alternativa para o acesso ao terceiro grau, e a consequente adequação de assuntos escolares, principalmente os de formação geral, visando a continuidade dos estudos.

Entretanto, os dados relativos aos egressos dessas escolas também justificavam que os mesmos eram bem aceitos no mercado de trabalho, o que poderia ser considerado um indicativo de que o modelo adotado para a formação do técnico de segundo grau dessas escolas, em parte, atendia os seus objetivos iniciais.

A partir dessas considerações, foi possível concluir que, apesar das propostas de Física para o ensino técnico dessas Escolas não serem direcionadas exclusivamente para a formação profissional, dadas as condições humanas e materiais das escolas analisadas, elas apresentavam

*"algumas das condições concretas para que se discutam e se implantem currículos de Física voltados a uma sólida formação básica, porém articulada com a ciência, com o mundo do trabalho e com a tecnologia, nos quais exista uma preocupação no sentido de que tanto o conhecimento teórico como a experimentação se transformem em agentes facilitadores das relações entre o conhecimento de fatos físicos e suas aplicações tecnológicas". (Garcia, 1995 : 113)*

Estes aspectos, no nosso entendimento, justificariam uma investigação que tivesse como foco de sua atenção um aprofundamento das características do ensino de Física proposto para essas escolas, principalmente no sentido de identificar um corpo de conhecimentos escolares mais articulado com o mundo do trabalho e que pudesse ser utilizado como referência em outras propostas curriculares.

Surgiram então os primeiros esboços de um projeto voltado à investigação das relações entre a Física proposta para ser ensinada nessas escolas e a sua participação na formação dos seus alunos. Vislumbrávamos, como consequência, identificar subsídios para uma avaliação tanto dos assuntos escolares como de aspectos metodológicos do desenvolvimento dessa disciplina, levando em conta os conhecimentos que pudessem contribuir para que esses

alunos melhor compreendessem os processos produtivos para os quais estava voltada a sua formação técnica e que lhes possibilitasse, senão intervir, pelo menos entender a lógica de funcionamento das máquinas e processos industriais.

Ao mesmo tempo, buscando estabelecer um contato mais próximo com investigações sobre o mundo do trabalho, iniciamos nossa participação nas atividades do Núcleo de Estudos sobre Mudanças Tecnológicas e Educação do Trabalhador do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná. O envolvimento inicial se deu pela participação numa pesquisa cujo objetivo geral era "*Identificar, descrever e analisar as novas formas pedagógicas emergentes das inovações tecnológicas, tendo em vista subsidiar a avaliação e a reformulação dos projetos pedagógicos das instituições de ensino e de formação profissional*" (Kuenzer, 1996 : 12). Esta atividade nos abriu a possibilidade de investigar, junto a algumas empresas do setor eletromecânico de Curitiba, alguns dos impactos que as inovações tecnológicas estavam provocando sobre a educação do trabalhador.

Nessa ocasião pudemos participar de visitas a empresas, entrevistar diversos de seus funcionários e tentar verificar, de maneira assistemática, posto que não era o objetivo da pesquisa principal, a presença da Física nas máquinas e processos envolvidos no universo dessa produção industrial. Vislumbramos a possibilidade de investigar, então, que relações os trabalhadores estabeleciam entre os conhecimentos de Física aprendidos na sua escola e as aplicações industriais com as quais tinham contato diariamente.

O desenvolvimento daquela atividade possibilitou-nos um valioso exercício em termos de contato com o chamado "chão de fábrica" e com uma experiência de pesquisa que tomava como sujeitos os trabalhadores do setor industrial, o que nos seria útil posteriormente.

Dessa forma, reunindo as contribuições de nossa prática profissional, do trabalho de mestrado e das pesquisas junto às indústrias, com aquelas advindas das disciplinas cursadas no doutorado e das discussões de orientação, tínhamos elaborado, ao final do ano de 1996, um projeto de investigação cujo foco estava voltado para a análise da organização dos assuntos escolares de Física propostos para escolas voltadas especialmente para a formação técnica, tendo como referência a participação e presença desses conceitos escolares em processos produtivos industriais.

A obtenção dos dados de nossa investigação se daria, fundamentalmente, junto a duas instâncias: a escolar e a industrial. Na escola, analisaríamos as propostas de assuntos escolares de Física e na indústria procuraríamos identificar os assuntos dessa disciplina que estariam presentes no processo produtivo.

Nossa opção, no momento, recaiu, pelo lado da escola, sobre o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), por ser um centro de educação técnica e tecnológica, com fortes ligações com o setor industrial e de reconhecimento nacional e, pelo lado industrial, por três empresas de Curitiba, com as quais já tínhamos contato em função das pesquisas do Núcleo de Estudos da Universidade Federal do Paraná.

Os procedimentos metodológicos previstos para a execução do projeto indicavam estudos de caso e previam a utilização de estratégias de coleta de dados tais como visitas, aplicação de questionários e realização de entrevistas, tanto na escola quanto nas indústrias.

Entretanto, enquanto o nosso projeto de pesquisa se consolidava, modificações na estrutura da educação nacional estavam a ser definidas, pois a nova lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em discussão desde 1988, depois de sofrer significativa mudança de rumo, caminhava para sua aprovação.

O polêmico Projeto de Lei 1603/96, relativo à educação profissional, por apresentar propostas contestadas pelos profissionais da educação e por diversos segmentos do setor produtivo, praticamente tomou toda a cena dos debates sobre educação até o final daquele ano, deixando de ocupar este espaço apenas quando de sua retirada da discussão parlamentar pelo governo. Entretanto, a sanção da Lei 9394/96, das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ao incorporar as propostas deste projeto de lei consideradas polêmicas, deu suporte legal a um novo modelo de educação profissional, que acabou sendo instituído pelo Decreto 2208 de abril de 1997. Este decreto e a Portaria 646, de maio de 1997, ao regulamentarem o § 2º do artigo 36 e os artigos 39 a 42 da LDB<sup>1</sup>, restauraram a concepção original do Projeto de Lei 1603/96 e promoveram uma significativa mudança na forma de atuar das escolas de educação profissional, principalmente das Escolas Técnicas Federais (ETFs) e dos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs).

Nestas, a modificação mais visível foi a extinção do curso técnico integrado de segundo grau, organizado nos moldes da lei 5692/71 e a oferta, a partir deste momento, ou de cursos de Ensino Médio desvinculados de uma formação profissional imediata, segundo a prescrição dos artigos 35 e 36 da LDB 9394/96, ou então de cursos de nível técnico, concomitantes ou seqüenciais ao Ensino Médio, porém deste desvinculado, em conformidade aos artigos 5º a 8º do Decreto 2208/97.

Dessa forma, ao atender ao disposto na legislação para o Ensino Médio e para a educação técnica e profissional, as ETFs e os CEFETs deixaram de ofertar os antigos cursos

---

<sup>1</sup> Art. 36: estabelece diretrizes para o Ensino Médio; art. 39 a 42: dispõem sobre a Educação Profissional.

técnicos de segundo grau (cursos técnicos integrados). O CEFET-PR, instituição na qual havíamos optado por realizar a investigação, por sua vez, passou a oferecer cursos de Ensino Médio, sem a ênfase profissionalizante presente nos recém extintos cursos técnicos integrados, não fazendo nenhuma proposta de cursos de nível técnico, nem concomitante, nem modular. Sua opção, além do Ensino Médio, foi criar novos cursos superiores de tecnologia organizados em dois ciclos, que garantiriam ao concluinte do primeiro ciclo o diploma de técnico na modalidade seqüencial<sup>2</sup>, o que fez com que nossa opção de investigar o CEFET-PR perdesse a sua característica privilegiada.

Isto forçou uma alteração no encaminhamento de nossa investigação, pois, não mais existindo o curso técnico integrado, que obrigatoriamente tinha Física no seu conjunto de disciplinas, a Física escolar oferecida aos alunos, a partir dessa Reforma, seria aquela usualmente proposta para os cursos de Ensino Médio, tradicionalmente desvinculada de preocupações com sua aplicação no mundo do trabalho, tendo em vista que todas as outras modalidades de cursos de nível técnico pós Reforma pressupunham que o aluno estivesse cursando (modalidade concomitante) ou já tivesse cursado o Ensino Médio (modalidades seqüencial e modular).

Dessa forma, fomos levados a modificar nosso propósito de pesquisa, deixando de lado a idéia inicial de analisar a organização dos assuntos escolares de Física propostos para escolas de formação técnica e a optar por tomar como referência nas nossas futuras análises, a Física proposta para ser desenvolvida nas escolas de Ensino Médio, única modalidade de ensino que, naquele momento, estaria, obrigatoriamente, incluindo essa disciplina em suas propostas curriculares, independentemente da opção futura dos estudantes, se continuidade dos estudos em nível superior ou em nível técnico ou mesmo ingresso imediato no mercado de trabalho.

Assim, no segundo semestre de 1997, época em que ficaram claras essas novas orientações, decidimos fazer a opção anteriormente explicada, ou seja, não mais investigar as propostas de Física do CEFET-PR, e dedicar-nos a buscar identificar no processo produtivo industrial, nossa segunda instância de investigação, a presença de conhecimentos de Física que foram aprendidos na escola, tomando agora, entretanto, como referência, os assuntos dessa disciplina propostos para as escolas de Ensino Médio.

---

<sup>2</sup> a) Sobre essa experiência do CEFET-PR, ver Lima Filho (1999a). b) Em recente deliberação (CEFET-PR, 2000), ao egresso do 1º ciclo passou a ser conferido um diploma de curso superior de formação específica e não mais de nível técnico.

Isto posto, partimos para a execução desta parte do nosso projeto, que originalmente previa realizar uma investigação em três empresas na região de Curitiba, denominadas, no momento, de **Empresa A**, **Empresa B** e **Empresa C**, escolhidas por terem recentemente implantado ou estarem implantando novas tecnologias de produção em seu parque industrial. Os dados abaixo, extraídos de um relatório de pesquisas elaborado por Kuenzer e Invernizzi (1998), caracterizam, de maneira sumária, cada uma destas empresas<sup>3</sup>.

A **Empresa A** atua no ramo das telecomunicações e está sediada em Curitiba desde a origem da Cidade Industrial, em 1973. Nela são fabricadas placas de circuitos integrados para centrais de comunicação e é realizada a montagem de mini centrais de telefonia, contando com dois setores de montagem de placas e um outro, de montagem das mini centrais.

A **Empresa B** fabrica refrigeradores e freezers. Trata-se de uma empresa instalada há muito tempo em Curitiba, originalmente de capital nacional, predominantemente paranaense. Os processos por ela desenvolvidos incluem a metalurgia e a preparação de perfis de aço, uma mini fábrica de componentes e um setor de montagem dos refrigeradores e freezers.

A **Empresa C**, por sua vez, produz máquinas de lavar de uso doméstico e industrial, aspiradores de pó e máquinas de limpeza a jato de água. Suas atividades fundamentais são a fabricação de motores a montagem dos eletrodomésticos.

Entretanto, no período em que estávamos buscando iniciar nossa investigação, algumas mudanças também estavam ocorrendo nesse segmento industrial. Uma empresa multinacional havia acabado de assumir o controle acionário da **Empresa A**. Outra multinacional havia assumido, em 1996, o controle acionário da **Empresa B**, que havia incorporado, alguns anos antes, a **Empresa C**, tendo ambas empresas, a **B** e a **C** perdido suas denominações e características iniciais e assumido as da multinacional.

Como decorrência dessas mudanças, não dispúnhamos mais de três empresas distintas, mas de apenas duas. Além disso, em função das modificações de controle acionário, uma sucessão de medidas de reengenharia foram tomadas pelas empresas, no sentido de se adaptarem à nova situação, quer seja com incorporação de novas tecnologias, mudanças de lay-out, terceirização de parte da produção ou mesmo novas formas de gestão.

Do ponto de vista da nossa pesquisa, essas modificações foram sentidas de início, pela dificuldade que tivemos em ter acesso às fábricas, pois parte delas tinha sido recentemente implantada ou estava acontecendo quando pretendíamos dar início ao nosso trabalho de campo. Sucessivas vezes foram tentados contatos com responsáveis pelos respectivos setores

---

<sup>3</sup> Relatório relativo às pesquisas do Núcleo de Pesquisas da UFPR, anteriormente citadas.

de Recursos Humanos, nosso passo inicial no trabalho de campo. E sucessivamente foi-nos solicitado que voltássemos a procurá-los posteriormente, sob a alegação de que as empresas estavam em processo de reestruturação e não seria possível o início da pesquisa nessa situação. Vivenciávamos o que viria a ser relatado por Volpato (1999 : 61) a respeito da reação às entrevistas, em um trabalho realizado no mesmo período:

*"Cabe salientar as limitações encontradas nas etapas das entrevistas para o desenvolvimento do trabalho. O clima de insegurança, devido às demissões que precederam as entrevistas, deve ser apontado como uma das primeiras limitações que encontramos, por parte dos trabalhadores, para a realização da pesquisa. O início das entrevistas teve que ser adiado, pois este "clima" poderia interferir nas respostas dos entrevistados".*

Esse impasse persistiu até o final de 1997, quando, finalmente, foi possível o acesso à **Empresa B**. Devido ao atraso já registrado em nosso cronograma de pesquisa, mas mais principalmente à manutenção da impossibilidade de acesso às outras empresas, fizemos, no primeiro semestre de 1998 outra opção, qual seja a de investigar apenas a **Empresa B**, que, no nosso trabalho, para efeitos de manutenção do anonimato, passou a ser denominada simplesmente de **Empresa**.

Com a nova orientação do projeto, que se mostrou um significativo aprendizado no processo de investigação, redefinimos os passos do nosso trabalho: não mais uma pesquisa sobre as escolas de formação técnico profissional, pois estas não mais existiam nos moldes previstos originalmente; não mais três, mas uma empresa de Curitiba que, naquele momento, permitiu sua realização.

Assim, em dezembro de 1997, realizamos uma entrevista com os responsáveis pelo Serviço de Recrutamento de Pessoas<sup>4</sup>. Entretanto, devido ao clima de reestruturação reinante na Empresa e também a uma diminuição da sua produção, o trabalho só pode tomar ritmo, de fato, no segundo semestre do ano de 1998, quando então, efetivamente, pudemos dar andamento à nossa pesquisa de campo no interior da indústria.

Visitamos o parque industrial da Empresa e realizamos contatos e entrevistas com alguns de seus funcionários, selecionados de forma a contemplar diversos graus hierárquicos. Assim, além dos funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas e dos **gerentes**, que expressam ou representam as posições da Empresa, entrevistamos também **supervisores** e **técnicos**, que exercem uma função de intermediação entre os interesses da Empresa e os tra-

---

<sup>4</sup> O Serviço de Recrutamento de Pessoas é uma divisão do Setor de Recursos Humanos da Empresa, responsável pelo encaminhamento dos procedimentos de seleção de funcionários.

balhadores, e os **funcionários da manutenção e operadores de máquinas**, que atuam na produção propriamente dita.

Nos contatos que mantivemos com os diversos funcionários, procuramos identificar os assuntos escolares de Física presentes no processo produtivo assim como a forma pela qual os entrevistados a eles tiveram acesso, quer seja por meio da escola ou no interior da Empresa. Procuramos também compreender o significado deste conhecimento para os diversos trabalhadores, tanto para o acesso quanto para a manutenção do seu emprego, principalmente no tocante à utilização e operação de equipamentos automatizados. Além disso, ouvimos as opiniões dos entrevistados a respeito da escola que freqüentaram, principalmente no tocante ao ensino de Física, assim como registramos as sugestões sobre a escola e a Física que eles julgavam ideais.

A partir dessas informações procuramos demonstrar a tese, elaborada no decorrer de nossa experiência como docente em uma escola de formação técnica e tecnológica de que, *além dos assuntos de Física normalmente propostos para serem desenvolvidos em sala de aula, também havia, nos processos produtivos industriais, um conjunto significativo desses conhecimentos, reconhecidos como tais pelos trabalhadores, mas que não se constituem usualmente como assuntos escolares.*

Com essa perspectiva, organizamos a tese em três capítulos. O **primeiro capítulo** foi construído buscando se estabelecer relações entre os progressos da ciência e da tecnologia, voltando-se principalmente para a contextualização dos avanços científicos em face ao desenvolvimento da produção industrial. Nesse terreno de interação entre a educação, a ciência e a produção industrial, procuramos discutir como foi se constituindo historicamente a educação voltada para a formação profissional, com ênfase à especificidade do caso brasileiro.

Considerando-se a idéia fortemente presente no discurso político atual de que a educação é solução para muitos dos problemas ligados ao emprego, aprofundamos algumas reflexões a respeito dos caminhos percorridos pelas escolas de formação profissional brasileiras, principalmente na última década, período no qual elas passaram por significativa modificação em sua estrutura e finalidades. Tendo em vista a legislação vigente, principalmente a Lei 9394/96 e o Decreto 2208/97, analisamos algumas das opções feitas por estas escolas para se adequar à legislação e refletimos a respeito das conseqüências para a educação profissional. Apoiado em trabalhos recentes, também tecemos algumas considerações a respeito do ensino de Física proposto nessas escolas de formação profissional, entendendo que estas reflexões possam contribuir para melhor compreender as relações entre o que se ensina e os conhecimentos que serão usados no trabalho industrial.

No **segundo capítulo** descrevemos a metodologia e os instrumentos de pesquisa utilizados. Optando por uma abordagem de caráter qualitativo, utilizamos questionários abertos e entrevistas semi estruturadas como instrumentos de coleta de dados. Os participantes da pesquisa, funcionários de uma empresa montadora de eletrodomésticos de linha branca, que trabalhavam em diferentes setores da Empresa, forneceram-nos um amplo espectro de informações e opiniões a respeito de temáticas ligadas tanto à Física escolar como ao seu aprendizado e ao seu significado para a sua vida profissional, bem como sobre o papel desempenhado pela escola e pela Empresa na obtenção de tais conhecimentos.

No **terceiro capítulo** são apresentados os resultados de tabulação dos dados, a descrição dos resultados obtidos e um conjunto de análises dos mesmos, considerando-se as relações entre o universo escolar e o da produção. Basicamente, as análises foram construídas visando identificar os assuntos escolares de Física significativos para os participantes da pesquisa e encontrar, na produção da **Empresa**, as justificativas para essas indicações. Outras análises foram também elaboradas buscando-se detectar os locais em que esses entrevistados tiveram acesso a esse conhecimento. Para isso, procuramos investigar o papel da escola e do aprendizado em serviço na circulação dos saberes identificados. Analisamos o significado deste conhecimento para o acesso e a manutenção do emprego; procuramos, também, interpretar como os funcionários dos diversos graus hierárquicos vêem a necessidade da escolaridade em geral e, em particular, dos conhecimentos de Física para o seu desempenho no processo produtivo, especificamente na operação de máquinas, incluindo-se os novos equipamentos que incorporam alta tecnologia. Finalmente, analisamos as opiniões a respeito de como os participantes vêem o ensino de Física e a escola, tanto a real, que frequentaram, como aquela utópica, que eles gostariam que fosse organizada e que desse conta das necessidades por eles detectadas em sua prática profissional.

Concluindo o trabalho, apresentamos nossas **reflexões finais** a respeito da investigação e suas possíveis contribuições, tanto para o ensino escolar de Física, como para a formação de profissionais em serviço. Além desses aspectos, são apresentadas algumas das limitações da pesquisa e sugeridos pontos de aprofundamento para futuras investigações.

## **Capítulo 1 Ciência, produção e ensino: espaços de circulação do conhecimento de Física**

A atividade técnica sempre esteve presente no cotidiano da humanidade, envolvendo-se de modo implícito ou explícito na sua vida cultural, social e econômica. Contudo, conforme diz Motoyama (1994 : 13), é a partir da Revolução Industrial que a técnica, associada à ciência na forma de tecnologia tornou-se um *"trunfo decisivo da competição industrial, da disseminação de novos produtos e de novas formas de comportamento"*.

A compreensão sobre as possíveis relações entre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e as diversas transformações nos processos de produção, em muitos aspectos, depende de uma percepção histórica de como essas relações foram sendo construídas no decorrer do tempo. Tomando como fio condutor a participação e as contribuições da Física, desde a sua constituição como ramo independente da ciência, até os dias de hoje, procuramos refletir a respeito de alguns dos possíveis papéis que essa ciência tem desempenhado junto ao processo produtivo industrial, assim como a respeito do esforço que tem sido feito para que ela seja transformada em conhecimento escolar.

Ainda que não tenham caráter de síntese histórica, tais reflexões se orientaram por determinados períodos históricos do mundo ocidental, principalmente aqueles mais relacionados à produção industrial.

## 1.1 Novas Tecnologias ... não tão novas!

A sensação que experimentamos quando nos deparamos com máquinas ou equipamentos que praticamente fazem tudo sozinhas, quase sempre é de espanto e incredulidade. Por vezes, ficamos nos questionando como é possível um dispositivo realizar tantas operações com tal rapidez e precisão. Boa parte das vezes, também, nosso espanto com essas máquinas – diga-se de passagem com relação àquelas que ainda não foram incorporadas ao nosso cotidiano – cessa quando cessa o impacto de conhecê-la.

A mesma sensação de espanto também sentimos com aquelas máquinas que, tais quais robôs, realizam operações repetitivas seguindo uma ordem previamente definida e que, com suas operações parceladas – similares às de um operário numa linha de montagem – contribuem para a construção ou montagem de um equipamento.

Usualmente, quando nos interessamos em saber como essas máquinas funcionam, além de algumas informações de caráter técnico mais geral, somos também informados que seu funcionamento está fortemente amparado na incorporação de novas tecnologias em sua produção.

E, como num passe de mágica, a explicação é suficiente para nos satisfazermos e assumirmos que aquela máquina, pequena ou grande, ruidosa ou silenciosa, guarda, ocultos em sua estrutura, procedimentos e lógicas que não só obscurecem o nosso entendimento, como servem para justificar nosso alheamento à realidade do seu funcionamento.

Mas, o que há, de fato, por detrás das chamadas novas tecnologias? Que contribuições receberam da ciência para a sua constituição? O quanto elas são de fato novas? Como surgiram? Porque recebem esse nome?

Na tentativa de discutir essas questões, procuramos investigar algumas das raízes das tecnologias, e para não nos distanciarmos demais dos nossos dias, centramos nossa atenção inicial no Renascimento, período de grande produção de conhecimento ligado ao aprimoramento do pensar científico engendrado por Galileu e sua contemporaneidade, aprimoramento este que teve sua culminância na obra de Newton, sintetizador dos princípios do que hoje denominamos de Mecânica Clássica.

Esse movimento, de grande significado também para o entendimento da natureza e que encerrou o domínio da Escolástica (Langevin, 1992), compreendeu um grande número de contribuições científicas e tecnológicas que acabaram por propiciar o que foi chamado de Revolução Científica.

Deve-se considerar, contudo, que tanto esse desenvolvimento científico quanto o tecnológico não aconteceram independentemente dos processos políticos e econômicos que marcaram a época. Para Hessen (1992 : 33), *"os resultados brilhantes das ciências naturais nos séculos XVI e XVII foram determinados pela desintegração da economia feudal, pelo desenvolvimento do capital mercantil, das relações marítimas internacionais e da indústria pesada (mineração)"*.

Apoiando-nos ainda no texto de Hessen (1992 : 35 a 44) apresentamos um resumo dos problemas enfrentados à época, aos quais se procurava solução.

Relativamente ao transporte por água, buscava-se:

1. aumento da capacidade de carga e da velocidade dos navios;
2. melhoria das qualidades náuticas dos barcos e sua segurança em mar aberto;
3. meios convenientes e seguros de determinar a posição em alto mar, e
4. o aperfeiçoamento do sistema fluvial interior e suas ligações com o mar e a construção de canais e eclusas.

A indústria da mineração, por sua vez, enfrentava dificuldades com:

1. a elevação do minério de profundidades consideráveis para a superfície;
2. os meios para a ventilação das minas;
3. o bombeamento e os equipamentos para a condução da água, o problema da bomba d'água;
4. a substituição da produção de ferro com o emprego de foles de ar úmido, predominante até o século XV, pelos altos fornos, que exigem ar insuflado, e
5. a preparação do minério com a ajuda de bateria de pilões acionados por veios de ressaltos e de trituradores.

Na esfera da indústria da guerra e militar as questões diziam respeito:

1. ao estudo e aperfeiçoamento dos processos que ocorrem em uma arma de fogo durante o disparo;
2. à solidez da arma combinada com o menor peso possível;
3. a métodos cômodos e precisos para garantir a pontaria;
4. à trajetória do projétil no vácuo;
5. à trajetória do projétil no ar;
6. à dependência do alcance em função da resistência do ar e da velocidade do projétil, e

7. ao desvio do projétil da trajetória calculada.

As soluções a esses problemas, entretanto, foram sendo construídas sem que houvesse um desenvolvimento científico que os estimulasse (Motoyama, 1995 : 40), pois problemas de engenharia, de construção de equipamentos e máquinas desse período e anteriormente a ele, eram resolvidos muito mais a partir do conhecimento acumulado por artesãos e técnicos do que como resultado de aplicações de princípios científicos.

Entretanto, apesar desse distanciamento, a temática principal das questões da física discutidas durante o período no qual o capital mercantil estava se tornando a força econômica predominante e a manufatura começando a se desenvolver, contou com a participação de uma série de pessoas que hoje reconhecemos como cientistas, tais como Leonardo da Vinci, Stevin, Galileu, Torricelli, Pascal, Boyle, Halley, Hooke, entre outros, que elaboraram, durante os séculos XVI e XVII, estudos que contribuíram para que fosse possível a sistematização do conhecimento sobre a natureza até então conhecido e possibilitasse a organização da Mecânica, trabalho realizado por Newton. Basicamente, as questões para as quais foram propostas justificativas teóricas ou para as quais elas estavam sendo buscadas diziam respeito:

1. às máquinas simples, ao plano inclinado e a problemas gerais de Estática;
2. à queda livre dos corpos e à trajetória dos corpos lançados;
3. às leis da hidrostática e aerostática e da pressão atmosférica, à bomba de ar e ao movimento dos corpos em um meio resistente, e
4. aos problemas relativos à mecânica celeste e à teoria das marés.

Ainda segundo Hessen (1992 : 43), a produção científica que estava sendo elaborada, estabelecia na época, uma estreita vinculação com as demandas comerciais e econômicas do momento, o que o levou a escrever que:

*"Os problemas acima mencionados abarcam quase toda a temática da física daquela época. Se compararmos esta série básica de temas com os problemas físicos que encontramos ao analisar as demandas técnicas de transporte, vias de comunicação, indústria e guerra, fica bastante evidente que a temática fundamental da física estava determinada por estas demandas."*

Essa idéia é também corroborada por Landes (1994 : 69), para quem *"o aumento dos conhecimentos científicos decorreu muito das preocupações e das conquistas da tecnologia, tendo havido um fluxo muito menor de idéias ou métodos no sentido inverso; e continuaria a ser assim pelo século XIX afora"*.

É interessante registrar também, que muito do conhecimento considerado necessário para o desenvolvimento do comércio e da indústria nascentes estava se desenvolvendo fora das universidades, depositárias da ciência oficial, que, além de não colaborarem na solução

das tarefas propostas por aquelas forças produtivas, ainda se opunham ao desenvolvimento das ciências naturais (Hessen, 1992: 44). Em função disso, os filósofos naturais, denominação dos cientistas da época, passaram a fundar e a se organizar em torno de instituições científicas, tais como a Royal Society (1662) e a Academie des Sciences (1666), possibilitando que as soluções propostas a essas questões, analisadas sob a ótica de um pensamento científico que estava sendo organizado e que daria origem ao método científico, permitissem chegar aos princípios que as solucionavam, contribuindo assim para a constituição de um corpo de conhecimento teórico que iria convergir para a sistematização da Mecânica, em particular e, de uma maneira mais geral, para a caracterização da denominada Revolução Científica.

Além dessas questões que abordamos, ligadas mais diretamente à produção e ao comércio, julgamos também interessante registrar duas outras contribuições dessa época que têm suas origens na técnica e na tecnologia, mas que exerceram significativa influência na organização das sociedades. Trata-se dos relógios mecânicos e dos tipos móveis de impressão.

Movidos por intrincados mecanismos, os relógios passaram a ser ostentados no campanários das igrejas, e nos mosteiros o tempo passou a ser controlado, principalmente visando a divisão de tarefas. De acordo com Mumford, citado em Motoyama (1995 : 28),

*“... isso mudou os hábitos do homem medieval, pela imposição de um tempo artificial, em lugar daquele biológico e natural. Essa dessacralização do tempo levaria à laicização do espaço, livrando-o de forças mágicas ou anímicas. Dessa forma, estabelecer-se-iam as condições para a instalação do mundo-máquina, com suas engrenagens e peças, reguladas harmonicamente por forças mecânicas. Dentro dessa argumentação, o relógio dos mosteiros teve papel mais importante que as máquinas a vapor para a mecanização, portanto, para o advento da modernidade. De qualquer maneira, esta só poderia se concretizar quando as poderosas forças sociais representadas pela burguesia nascente fossem capazes de impor o seu padrão, dentro do processo histórico em marcha.”*

A invenção dos tipos móveis de impressão por Gutenberg (1390-1468), que já havia sido ensaiada pelos chineses, responsáveis também pela invenção e aperfeiçoamento do papel, por sua vez, facilitou sobremaneira a difusão de idéias, principalmente quando estas passaram a ser escritas no vernáculo e não em latim, língua culta, porém entendida apenas por uma pequena parcela da sociedade, como era o costume na época.

Esses fatos, aliados a tantos outros decorrentes das necessidades advindas do capitalismo comercial que se consolidou no final da Idade Média e caracterizou a Idade Moderna, tiveram grande responsabilidade pelas inúmeras transformações tecnológicas, econômicas e sociais, que acabaram por resultar no surgimento de diversas indústrias e também na difusão do capitalismo industrial que estava a se instalar e que originaria a Revolução Industrial.

Normalmente, quando se faz menção à essa Revolução, as primeiras idéias que vêm à nossa mente relacionam-se ao surgimento da máquina a vapor de Watt e ao impulso que ela deu à indústria têxtil da Inglaterra e também às transformações a que foram levadas as relações sociais na época.

Entretanto, para evitarmos que a essa máquina, por si só, seja atribuída a responsabilidade das significativas mudanças pelas quais a sociedade passou, devem também ser levantadas outras questões, não só quanto aos antecedentes científicos e tecnológicos que contribuíram para o surgimento das indústrias e às relações de sua produção com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, mas também a outros aspectos de caráter social e econômico.

Analisando a situação, podemos dizer que o universo têxtil da época estava sendo "invadido" por um sem número de "novas tecnologias", não de base microeletrônica, como as de hoje, mas de base mecânica, que o transformaram e possibilitaram a produção em larga escala.

Dentre essas inovações, podem ser destacadas a lançadeira volante de John Kay, em 1731; a máquina de fiar "Jenny", de James Hargreaves, que substituiu a roca, em 1764; a máquina de fiar movida a água, de Richard Arkwright, em 1769 e o tear mecânico, de Edmund Cartwright.

Para que não se cometa o equívoco de estabelecer uma dependência direta entre a mecanização da indústria têxtil e a máquina a vapor, é conveniente registrar que esta indústria já estava suficientemente desenvolvida quando a máquina a vapor de Watt foi aperfeiçoada. A essa indústria faltava, entretanto, a substituição da tração animal ou hidráulica por outra forma de movimentação das máquinas.

Máquinas a vapor, por sua vez, já eram utilizadas na mineração desde o final do século XVII, na substituição de tração animal para elevação de água de minas profundas. Eram extremamente ineficientes e praticamente usadas apenas onde o carvão era barato ou onde condições impediam o uso de outras técnicas. A possibilidade de se desenvolver uma outra forma de tração que não fosse animal e que não estivesse sujeita a variações imprevisíveis, tais como a hidráulica ou a eólica, fez com que se procurasse aperfeiçoá-las para aumentar sua eficiência e viabilizá-las economicamente. Assim, nas palavras de Landes (1994 : 105):

*"... o leitmotif da tecnologia do vapor era o esforço para aumentar a eficiência, isto é, o volume de trabalho executado por insumo de energia. A título de comparação, a meta de aumentar a capacidade, ou seja, o trabalho executado por unidade de tempo, ficava em segundo lugar, embora os dois objetivos esti-*

*vessem ligados, de modo que aquilo que contribuía para um permitisse ou produzisse o outro".*

Dessa forma, apoiadas no estudo detalhado dos processos físicos envolvidos, a aplicação de diversas melhorias de caráter técnico e de engenharia, descritas com detalhes por Landes (1994 : 102 a 109) e Mantoux (sd. : 311 a 323), resultaram em sucessivos aumentos de eficiência e a transformaram, gradativamente, numa máquina motriz universal.

Assim, depois de diversos estudos a respeito das propriedades termodinâmicas do vapor, James Watt (1736-1819) aperfeiçoou e produziu a máquina a vapor de movimentos circulatorios, que passou a ser empregada como força motriz em vários processos industriais, devendo ficar claro que, para esse desenvolvimento, ele pode contar com o significativo crescimento que estava também acontecendo com a indústria do aço e com as tecnologias associadas à fundição e às moldagens, além da contribuição de diversos trabalhos de pesquisa, principalmente dos laboratórios de Glasgow.

A associação da prática à teoria e desta à prática, verificada no desenvolvimento da máquina a vapor, suscita uma observação feita por Landes (1994 : 109) a respeito das ligações existentes entre ciência e tecnologia na época, Assim ele se expressa:

*"Afirma-se com freqüência que a máquina de Newcomen e suas precursoras teriam sido impensáveis sem as idéias teóricas de Boyle, Torricelli e outros; e que Watt extraiu grande parte de sua competência e imaginação técnicas de seu trabalho com cientistas e instrumentos científicos em Glasgow. Há, sem dúvida, alguma verdade nisso, embora seja impossível dizer quanta. Uma coisa é certa, porém: uma vez estabelecido o princípio do condensador separado, os avanços subseqüentes deveram pouco ou nada à teoria. Ao contrário, um ramo inteiro da física, a termodinâmica, desenvolveu-se, em parte, como resultado das observações empíricas dos métodos e do desempenho da engenharia. Tampouco foi por acidente que esse trabalho teórico iniciou-se na França, onde uma escola como a Polytechnique esforçava-se, explicitamente, para enquadrar a técnica em generalizações matemáticas. Mas nada disso impediu a Inglaterra de continuar a liderar o mundo na prática e nas invenções da engenharia."*

Outro ramo da ciência que estabeleceu uma estreita ligação com a tecnologia foi a química. Nesse período a liderança na química e suas aplicações industriais era exercida pela França, principalmente pela necessidade de abastecimento do mercado interno devido às guerras napoleônicas. Químicos de diversos países para lá se deslocavam para estudar, merecendo destaque, nesse particular, os alemães, que ao retornarem para seu país de origem, encontraram uma situação de formação científica e tecnológica favorável, o que acabaria por diferenciá-los na segunda metade do século XIX. Sobre essa particularidade alemã, ainda é Landes (1994 : 194) quem comenta:

*"Contudo, se a indústria química alemã era fraca em termos de produção em meados do século, ela contava com um importante patrimônio tecnológico. Era mais científica que a das outras nações, a ponto de que poderia afigurar-se, superficialmente, uma ineficiência econômica. A firma alemã típica suplantava as dos outros países continentais em termos da diversidade de produção; os maiores produtores de ácido sulfúrico e soda também fabricavam os mais raros produtos farmacêuticos, alcalóides e ácidos orgânicos. Os especialistas atribuíam essa versatilidade à habilidade e à formação dos jovens técnicos - não os savants (sábios), mas os homens da produção."*

Sobre o mesmo assunto, porém tomando como referência o desenvolvimento de uma cadeia de utilização de subprodutos de um processo industrial em outro, que os químicos alemães conseguiram estabelecer, o que denota um significativo estágio na produção química, Braverman (1977 : 142) assim se expressa:

*"Os primeiros esforços dos químicos tinham sido tão-somente para desfazerem-se do alcatrão do carvão destilando-o, mas desde que ele destilava-se em estágios e a temperaturas diferentes, o resultado foi uma variedade de alcatrões que podia, pelo processamento químico, fazer surgirem substâncias úteis. Perkin, em 1856 (com a idade de dezoito anos) extraiu seu primeiro corante sintético verdadeiro da anilina, derivado do alcatrão do carvão; ele podia tingir tecidos e manter sua cor contra lavagem, tempo e luz solar. A importância desse descobrimento foi a junção que estabeleceu entre a velha indústria têxtil e a nova indústria do aço, que produzia alcatrão de carvão como subproduto da utilização do carvão, na redução do ferro."*

As indústrias inglesas, entretanto, apesar de sua grande produção têxtil, não acompanharam essas evoluções da química. Para atender às suas necessidades, elas *"importavam corantes de toda parte: anil do Extremo Oriente, vermelho alizarino da raiz de garança, escarlates de soluções de cochinha e zinco"* (Braverman, 1977 : 142).

Corria então o século XIX e a Alemanha, ao estimular seus professores e pesquisadores a desenvolverem o pensamento reflexivo e a pesquisa científica básica, assumiu a primazia da ciência européia, fato que teria reflexos imediatos na indústria química e posteriormente na Segunda Revolução Industrial que se aproximava.

Nesse momento é interessante retomar algumas questões, principalmente no que se refere ao papel e participação da ciência nesse processo de Revolução Industrial.

A ciência nesse período estava começando a se organizar e a ser sistematizada. Os "Principia"<sup>5</sup> de Newton, que ordenavam os conhecimentos da filosofia natural até aquela época conhecidos e organizavam a chamada Mecânica Clássica, foram publicados em 1686. Ou seja, a Mecânica Clássica, base para o desenvolvimento científico a partir dessa data, era mui-

---

<sup>5</sup> Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, de sir Isaac Newton, considerado por alguns como o primeiro livro de Física Teórica, no sentido moderno do conceito.

to incipiente e não exibia, ainda, reflexos significativos nas tecnologias incorporadas às máquinas que estavam sendo criadas.

Sobre a participação, contribuição e responsabilidade dessa ciência no desenvolvimento tecnológico vinculado à Revolução Industrial, de acordo com Motoyama (1995 : 40), há muita controvérsia. Para ele,

*“A despeito de alguns analistas do episódio assinalarem com ênfase a não participação da ciência na Revolução Industrial, é bom frisar, essa não contribuição se refere tão-somente à ação científica direta. Indiretamente, a ciência teve uma presença marcante. Sobretudo, através do método e do espírito científico presentes no meio técnico e artesanal.”*

Braverman (1977 : 138), no mesmo sentido expõe que:

*“A época do avanço científico durante os séculos XVI e XVII ofereceu algumas das condições para a Revolução Industrial, mas a conexão era indireta, geral e difusa – não apenas porque a ciência não estava ainda estruturada diretamente pelo capitalismo nem dominada pelas instituições capitalistas, mas também devido ao importante fato histórico de que a técnica desenvolveu-se antes e como um requisito prévio para a ciência. Assim, em contraste com a prática moderna, a ciência não tomou sistematicamente a dianteira da indústria, mas freqüentemente ficou para trás das artes industriais e surgiu delas. Em vez de formular significativamente novos enfoques das condições naturais de modo a tornar possíveis novas técnicas, a ciência, em seus inícios sob o capitalismo, no mais das vezes formulou suas generalizações lado a lado com o desenvolvimento tecnológico ou em conseqüência dele.*

Entretanto, para Mantoux (s/d : 311), pelo menos no tocante à ligação entre a ciência e a máquina a vapor é evidente, pois, para ele, *“no caso da máquina a vapor, a ciência aparece: ao período empírico da revolução industrial sucedeu o período científico”*.

Outros aspectos dessa questão que merecem atenção, dizem respeito às relações que a ciência estabelece com o capitalismo e às influências que as novas tecnologias exercem sobre a organização da produção e sobre os trabalhadores.

Temos que considerar que, ocorrendo a organização e sistematização da ciência praticamente no mesmo período em que está acontecendo a transição entre o feudalismo medieval e o capitalismo industrial, este dela não se apropria de imediato. Essa apropriação irá acontecer aos poucos, ensejando, porém, ao final do século XIX, uma tal articulação que propiciará a revolução Técnico-Científica, cuja repercussão ainda hoje experimentamos. Originalmente considerada como uma propriedade social, no decorrer da Revolução Industrial, a ciência se converte, de acordo com Braverman (1977 : 138), em auxiliar do capital:

*“A princípio a ciência nada custa ao capitalista, visto que ele tão-somente explora o conhecimento acumulado das ciências físicas, mas depois o capitalista organiza sistematicamente e ornamenta a ciência, custeando a educação cien-*

*tífica, a pesquisa, os laboratórios, etc. com o imenso excedente do produto social que ou pertence diretamente a ele ou que o capitalista dispõe como um domínio total na forma de rendas de tributos. Um esforço antigamente relativamente livre é integrado na produção e no mercado.”*

Por outro lado, não poderíamos deixar de tecer considerações a respeito do impacto que as “novas tecnologias” do início do século XIX causaram sobre os trabalhadores. Em substituição ao feudalismo que se extinguiu, a nova relação estabelecida nos séculos XVII e XVIII pelo nascente capitalismo, entre quem detinha o dinheiro e os meios de produção e entre quem possuía apenas a força de trabalho, sofreu uma grande transformação com o advento das máquinas que incorporaram um sem número de inovações tecnológicas de base mecânica. Se antes os trabalhadores vendiam apenas a sua força física, agora, a habilidade passava também a incorporar a força de trabalho.

Além disso, a essas inovações, que aumentaram a produção e garantiram uma padronização dos produtos, foi acrescentada uma nova forma mais eficiente de tração, que provocou um agravamento no espaço ocupado pelos trabalhadores nas fábricas, gerando um cruel impacto na grande massa da população da Inglaterra da época, de tal forma que a elas só restava atribuir a responsabilidade pela miséria e pelo desemprego à mecanização das indústrias têxteis.

Entretanto, a partir da industrialização crescente desse período, conforme já dissemos, a relação da ciência com a indústria e também com o capital adquiriu novos contornos, e um sem número de laboratórios de pesquisas, ligados à indústria ou às universidades, passaram a desenvolver pesquisa básica ou aplicada que seriam aproveitadas como elementos teóricos para a continuidade do desenvolvimento industrial.

Essa foi, de maneira simplificada e sob o aspecto dos maquinários e das tecnologias utilizadas, uma das origens das diferenças entre a Revolução Industrial e a Segunda Revolução Industrial. Se na primeira o desenvolvimento tecnológico aconteceu levado mais pelos resultados práticos das oficinas do que pelas pesquisas de laboratórios, para a Segunda foi relevante a produção universitária e acadêmica, assim como dos laboratórios de pesquisa industriais.

Um dos ramos da ciência que contribuiu significativamente para esse desenvolvimento foi o da eletricidade, que começou a se organizar a partir da descoberta da corrente elétrica e da construção de uma bateria elétrica por Alessandro Volta, em 1800, que por sua vez havia se baseado em experimentos realizados em 1786 por Luigi Galvani. Além de mostrar exemplarmente como a relação entre teoria e a prática mudou de sentido, é também significa-

tiva, nesse caso, a rapidez com que descobertas realizadas no campo da Física se transformaram em aparatos tecnológicos e provocaram modificações em alguns aspectos da produção industrial.

Entre a descoberta da corrente elétrica e das baterias elétricas por Volta, em 1800, e a produção comercial de motores elétricos, passaram-se apenas 70 anos. Entretanto, para chegar até isso, foi necessário percorrer um caminho de que passou pela interpretação da experiência bem sucedida de Oersted, na qual demonstrou a existência de relação entre a eletricidade e o magnetismo, em 1820 e a descoberta da indução eletromagnética por Faraday, em 1831 (Bassalo, 1996), fundamental para o entendimento das questões teóricas que seriam utilizadas para o desenvolvimento dos geradores e motores elétricos.

Estas inovações advindas da pesquisa científica traduziram-se, na prática, pela possibilidade de serem criados novos meios de tração, que vão ser responsáveis, em parte, pela diferença entre a primeira Revolução Industrial, que teve sua base na mecânica, e a Segunda Revolução Industrial, que teve sua base na eletromecânica. Na primeira Revolução Industrial, a força de tração das máquinas se baseava na força emanada das caldeiras das máquinas térmicas, ao passo que na segunda Revolução, a tração passou a se apoiar fortemente nos motores elétricos.

Essa situação caracterizou uma vantagem tecnológica e econômica significativa, pois ao contrário da tração pela máquina a vapor, de grandes dimensões (para poder desenvolver grandes potências) e que transmitia esse movimento por meio de um sem número de correias e rodas de transmissão, os motores elétricos, bem menores, poderiam ser acoplados a apenas uma ou a um conjunto menor de máquinas. Ao contrário da tração a vapor, em que um grupo de máquinas estaria na dependência de um mesmo motor, na tração a eletricidade cada máquina poderia ser uma unidade autônoma, independente das demais. Poderia também, ser ligada e desligada na medida da necessidade (Landes, 1994). Além disso, outro fator a ser considerado era o rendimento dos motores elétricos, significativamente maior que o das máquinas a vapor<sup>6</sup>.

Além da movimentação de máquinas na indústria através de motores elétricos, aliás um dos seus últimos aproveitamentos comerciais, a eletricidade provocou o desenvolvimento de equipamentos de produção e distribuição de energia elétrica; começou a ser utiliza-

---

<sup>6</sup> Enquanto as máquinas a vapor apresentam um rendimento de 8 a 15%, nos motores elétricos esse valor varia de 60 a 95%.

da como energia para a tração de bondes, trens e metrô, e aplicada na eletroquímica pesada e na eletrometalurgia (Landes, 1994).

Ademais, o desenvolvimento científico e tecnológico associado à eletricidade, que aconteceu de maneira mais acentuada a partir da metade do século passado, permitiu ou fez com que outros campos científicos fossem aprofundados e definidos. Avançaram significativamente também a partir da participação de pesquisas e influenciaram a indústria do aço, a do petróleo e a do motor a explosão, deixando claro, agora, que o desenvolvimento não mais poderia acontecer de maneira empírica e essencialmente experimental como anteriormente.

Por outro lado, de acordo com Braverman (1977 : 140),

*“A pesquisa científica teórica influía bastante nesses setores para demonstrar à classe capitalista, e especialmente às entidades empresariais gigantes, então surgindo como resultado da concentração e centralização do capital, sua importância como um meio de estimular ainda mais a acumulação do capital. Isto era verdade sobretudo quanto às indústrias elétricas, que eram totalmente o produto da ciência do século XIX, e na química dos produtos sintéticos do carvão e do óleo.”*

Em função disso, é possível perceber que a evolução científica que estava acontecendo não mais seria desvinculada dos interesses do capital. Laboratórios de pesquisas industriais e de universidades passaram a investir na produção de novos equipamentos, quer seja para melhorar a produção de bens, quer seja para serem produzidos e consumidos. Ficava cada vez mais patente que ciência, poder e capital se articulavam cada vez mais e melhor.

Essa interação entre as necessidades da indústria e a produção científica, que já havia acontecido em períodos anteriores, intensificou-se durante a primeira metade do século XX. A indústria crescia e exigia novos equipamentos e máquinas baseados na pesquisa científica crescente, que descobria novos conceitos e facilitava a produção de novas máquinas, que por sua vez faziam a indústria crescer.

Ao lado das mudanças físicas que ocorriam no interior da produção, devido à eletricidade e às novas máquinas, também começaram a ser significativas nesse período as mudanças de organização e gestão do espaço produtivo, algumas delas apontadas por Landes (1994 : 296):

*“Mas a eletricidade fez mais do que modificar as técnicas e a aparência das fábricas: ao tornar disponível uma energia barata fora e dentro da fábrica, ela inverteu as forças históricas de um século, deu vida e âmbito novos à dispersa indústria domiciliar e artesanal e modificou o modo de produção. Em particular, ela possibilitou uma nova divisão do trabalho entre grandes e pequenos estabelecimentos. Enquanto, anteriormente, os dois tinham sido quase inevitavelmente opostos num dado ramo industrial - um usando novas técnicas e florescendo, outro agarrando-se aos antigos hábitos e declinando - , tornou-se*

*então possível uma complementaridade. Os dois tipos passaram a poder usar equipamentos modernos, com a fábrica se concentrando em objetos maiores ou em artigos padronizados que se prestassem a técnicas com alto coeficiente de capital, enquanto a oficina se especializava em processos de mão-de-obra intensiva que usassem ferramentas mecânicas leves. E a complementaridade, muitas vezes, transformou-se em simbiose: a moderna estrutura de terceirização na indústria de bens e consumo duráveis apoia-se na eficiência tecnológica da pequena oficina mecânica."*

A história porém não pára. No campo da ciência ainda não aplicada, novas e significativas descobertas na primeira metade do século XX abriram o caminho para o entendimento do átomo e do interior da matéria, fatos estes que, quando começaram a ser aplicados, ensejaram a revolução que hoje estamos vivendo e que tem sua base na microeletrônica.

Que novas tecnologias deram origem à revolução Técnico-Científica que estamos vivenciando? Desde quando ela está sendo preparada? Qual a sua relação com a ciência? A resposta a essas questões nos remetem ao final do século passado e começo deste, considerado um período fundamental para o surgimento de uma nova forma de entender a natureza.

Hobsbawn (1995), no seu livro *Era dos Extremos*, particularmente no capítulo 18, caracteriza de maneira bastante clara esse momento, ao colocar que *"nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX. Contudo, nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas"*.

Uma diferença significativa entre a "ciência avançada" dos séculos anteriores e a do atual é que, até o final do século XIX, havia apenas uma pequena gama de aplicações práticas, aspecto que tem mudado no século XX, principalmente nas últimas décadas.

Nesse sentido, continua Hobsbawn (1995 : 508):

*"... por mais esotéricas e incompreensíveis que fossem as inovações da ciência, assim que eram feitas se traduziam quase imediatamente em tecnologias práticas. Assim, os transistores surgiram como um subproduto de pesquisas na física do estado sólido, isto é, as propriedades eletromagnéticas de cristais ligeiramente imperfeitos, em 1948 (...) como aconteceu com os lasers (1960), que vieram não de estudos ópticos, mas de trabalhos para fazer moléculas vibrarem em ressonância com um campo magnético"*.

Sobre o transistor, quem imaginaria que, a partir da sua descoberta, em 1948 (ou seja, há apenas 50 anos), poderia se constituir num dos avanços tecnológicos mais significativos do século 20? Além de iniciar a indústria dos "multibilhões" de dólares dos semicondutores, ele contribuiu para o desenvolvimento de todas as invenções relacionadas, como os circuitos integrados, componentes optoeletrônicos e microprocessadores.

Ou então, quem poderia imaginar que a “*amplificação de luz por meio da emissão estimulada de radiações*” descoberta em 1960 acabasse se tornando o tão comum *laser*, utilizado na indústria como ferramenta para cortes de chapas e posicionamento de peças numa placa de circuito impresso, e pelo mercado consumidor doméstico, já em 1980, como leitor dos dados de um CD Rom ou de um compact disc?

E que dizer do efeito fotoelétrico, explicado por Einstein em 1905, que além de ser um dos pilares do desenvolvimento da mecânica quântica ainda acabou sendo fartamente utilizado nas células fotossensíveis, usadas como posicionadores de máquinas industriais, que indicam a presença ou não de uma peça, que informam se a janela de uma máquina está ou não fechada?

Entretanto, ao mesmo tempo em que ocorre a rápida transformação dessa ciência dos laboratórios em produtos tecnológicos, maior e mais rapidamente passa a ser como uma norma dos fins do século XX, o nosso afastamento do entendimento do funcionamento destes equipamentos. Hobsbawn (1995 : 510), ao descrever essa relação entre o cidadão comum deste século e a tecnologia, chama a atenção para o fato de que para “*fins práticos*” não tem havido exigências de que o indivíduo entenda ou modifique o que está acontecendo no interior de um equipamento de alta tecnologia, pois isto alguém já fez por ele.

*"Pois, mesmo que nos suponhamos especialistas num ou noutro campo determinado - ou seja, o tipo de pessoa que pode consertar o aparelho se der problema, ou projetá-lo, ou construí-lo -, diante da maioria dos outros produtos diários da ciência e tecnologia somos leigos ignorantes sem compreender nada. E mesmo que não fôssemos, nossa compreensão do que é que faz a coisa que usamos funcionar, e dos princípios por trás dela, é em grande parte irrelevante, como é o processo de fabricar cartas de baralho para o (honesto) jogador de pôquer."*

Entretanto, do mesmo modo que nas revoluções anteriores, além das mudanças na produção industrial propriamente dita, a Revolução Técnico-Científica tem também provocado, principalmente nos dias de hoje, mudanças na organização e nas relações de trabalho. As novas máquinas, carregadas de aplicações decorrentes das novas tecnologias de base micro eletrônica, tais como comandos numéricos e operações automatizadas, aliadas às novas formas de organização da produção, características de uma forma de produção mais flexível, como o "Kanban", o "just in time" e as "ilhas de produção", exigem dos trabalhadores, para a obtenção e manutenção do emprego, novos comportamentos e conhecimentos.

Para formar trabalhadores com estas características seria preciso pensar numa escolarização que estivesse voltada ao desenvolvimento, entre outros, dos princípios gerais das ciências, assim como das suas aplicações. Este tipo de conhecimento poderia evitar o alhea-

mento que se sente quando se tem pela frente, como ferramenta de trabalho, uma máquina que incorpora na sua operação e produção, um sem número de novas tecnologias. Ou seja, máquinas ou equipamentos que praticamente fazem tudo sozinhas, e que - como já afirmado - nos dão a sensação de espanto e incredulidade quando a vemos trabalhar.

Sobre as instâncias escolares em que pode ocorrer essa aquisição do conhecimento necessário para o desempenho de funções produtivas é que a seguir teceremos algumas considerações.

## **1.2 Profissionalização e ensino**

Diferentemente dos animais, que, guiados pelos instintos, ensinam à sua descendência as atividades que lhes garantam a vida, reproduzindo aquilo que lhes foi ensinado pelos seus pais e pelos de sua espécie, a humanidade sempre se utilizou da educação para transmitir, não somente as regras de garantia da vida, mas também os segredos da intervenção na natureza, para adaptá-la cada vez mais às suas necessidades.

É pela educação, atividade humana partícipe da totalidade da organização social e historicamente determinada por um modo de produção (Cury, 1986 : 13), que se transmitem, entre outros, o conhecimento, os padrões culturais, os símbolos sociais, assim como as relações de poder, seja através de ações vivenciais, que acontecem espontaneamente no decorrer das infindáveis situações das quais participamos simplesmente por estarmos vivos e imersos nos diversos processos da sociedade, seja através de ações intencionais, que acontecem de forma deliberada e com instrumentos específicos, organizada em locais predeterminados, hoje denominados de escolas (Cortella, 1998 : 49).

Por fazerem parte da sociedade, os papéis desempenhados pelas escolas influenciam e sofrem influência do contexto em que estão inseridas. Por isso, é somente na segunda metade do século XIX, resultante das exigências de industrialização, e não antes, que começa a fazer sentido uma formação profissional ministrada de maneira institucionalizada e criam-se as condições para o surgimento das escolas profissionais.

## 1.2.1 Origens das escolas profissionais

Não se poderia esperar, de acordo com Fernández Enguita (1993 : 21), nenhum tipo de formação profissional institucionalizada na escola quando se tinha uma pequena produção agrícola, artesanal ou mercantil, ou seja, em outros modos de produção que não o capitalista. *“As primeiras manufaturas podem se arranjar com o modo anterior de formação de mão de obra”*, sem precisar recorrer a uma instância diferente do próprio ambiente de trabalho. Entretanto, o mesmo não se pode dizer quando há um crescimento significativo da produção industrial, fato que acontece principalmente na segunda metade do século XIX. É a partir desse período, gerado pela Revolução Industrial, que começa a existir a necessidade de uma *“educação baseada no trabalho ou que lhe conceda - dentro da escola ou da educação formal - um lugar importante”* (Fernández Enguita, 1993 : 21). A denominada *“pedagogia do trabalho”*<sup>7</sup> começa a fazer algum sentido, principalmente, nesse momento, quando a sociedade, como um todo, desperta para a importância da educação e das escolas para a formação de mão de obra para as indústrias.

Fernández Enguita (1993 : 22), observa, ainda a esse respeito que:

*“o fato de que à educação formal tenha sido atribuída a função de formar mão de obra é um produto do capitalismo. Até então, a educação formal, a escola, ou está restrita aos que vivem do excedente econômico, ou acolhe aos que trabalham com suas mãos, entretanto, não enquanto trabalhadores, mas sobretudo enquanto fiéis, súditos ou, mais tarde, cidadãos, os quais devem ser educados no respeito a Deus, à tradição ou às leis.”*

Assim, nas escolas, ao lado dos conteúdos clássicos passam a também ser previstos conteúdos técnicos e científicos, sem que no entanto se rompessem alguns dos princípios da educação que se baseavam e ainda se baseiam, na divisão entre trabalho manual e trabalho intelectual: ao proletariado, são indicados os estudos da escola primária e profissional; à burguesia, os estudos das escolas superiores.

Decididamente, o envolvimento da escola na formação profissional dos trabalhadores só atingirá seu maior sentido quando o trabalho ao qual ela se refere for o industrial. De acordo com Rossi (1981 : 15) *“a configuração moderna da evolução educacional está umbilicalmente ligada às grandes transformações nas forças produtivas da sociedade”* transformações estas que

---

<sup>7</sup> Sobre as origens históricas e as contribuições de alguns pensadores para a organização da Pedagogia do Trabalho, ver Rossi (1981 e 1982)

*"iniciando-se com o declínio do modo de produção feudal e com a ascensão do capitalismo comercial nos albores da idade moderna, adquiriram forma mais definida com a revolução industrial e todas as novas relações sociais que esta implicou, baseadas, de um lado, nas novas condições técnicas do sistema produtivo e, de outro, na apropriação privada, pelo capitalista, do excedente econômico gerado pelo trabalhador sobre as necessidades de sua própria sobrevivência".*

Entretanto, para chegar a essa nova escola, sucessivas mudanças foram acontecendo, tanto na forma de produzir bens como na de aprender a produzi-los. Porém, basicamente, o que se tinha antes da industrialização era um aprendizado profissional por imitação e por transmissão de práticas produtivas de um artesão ao seu aprendiz, nas oficinas. Com o advento das fábricas, mesmo das mais rudimentares, o que se tinha que aprender era de outra natureza e dizia mais respeito ao manuseio de ferramentas e ao processo de produção industrial, que em si, guardava significativas distinções entre o artesanato e a manufatura.

Manacorda (1989 : 271, 272) descreve algumas dessas buscas por locais de aprendizagem profissional. Para ele, Comenius (1592-1670) *"já pensava como um homem moderno, quando indicava como lugares necessários para a formação do homem também os 'armamentaria' e os 'mercimoniorum loca', isto é, os canteiros navais e as bolsas da Holanda e da Inglaterra capitalistas"*. As antigas relações entre o artesão e seus aprendizes, não que deixassem de existir repentinamente, começavam a deixar de ser *"figura social dominante"*.

Entretanto, ao deixar de lado a sua oficina e entrar na fábrica, além de se romperem os antigos laços das corporações, de acordo com Rossi (1981 : 15),

*"A grande maioria das pessoas, não tendo mais do que a sua própria força de trabalho para vender, acabava sendo submetida pelo capitalista ao seu controle e exploração. Sob o capitalismo a submissão econômica do trabalho ao capital corresponde à base para extensão do domínio da classe capitalista à totalidade social, inclusive à educação, embora tal processo de dominação-exploração não se dê sem contradições internas que laceram a própria essência do sistema e preparam sua destruição e substituição"*.

De acordo com Manacorda (1989 : 271), a partir desse momento, o antigo artesão *"não possui mais nada: nem o lugar de trabalho, nem a matéria-prima, nem os instrumentos de produção, nem a capacidade de desenvolver sozinho o processo produtivo integral, nem o produto do seu trabalho, nem a possibilidade de vendê-lo no mercado."* Essa perda vai ainda mais além e inclui o antigo conhecimento do qual ele era possuidor. O conhecimento que ele tinha e que usava em sua oficina, perdeu o seu significado quando ele entrou na fábrica e se tornou um assalariado, pois esta tem como sua maior força produtiva a ciência moderna e não

a "*pequena ciência*" da qual ele era detentor e que lhe servia para dominar os processos produtivos artesanais.

Se ao ex-artesão não mais serve o conhecimento do qual ele é possuidor, o que lhe será útil como trabalhador de uma fábrica e substituirá o seu antigo saber?

Manacorda (1989 : 172) pondera que inicialmente nada foi apresentado para substituir a antiga instrução dos trabalhadores e na fábrica eles "*só adquirem ignorância*". E mais, com a substituição cada vez mais rápida dos instrumentos e dos processos produtivos, impôs-se aos operários a necessidade de se adaptarem às mudanças tecnológicas para que não fosse preciso recorrer aos exércitos de reserva de trabalhadores, o que representaria um significativo desperdício de forças produtivas. Ora, esses novos obstáculos exigiam que os antigos artesãos, camponeses e comerciantes, transformados em trabalhadores industriais, fossem instruídos para que atendessem "*às novas necessidades da moderna produção da fábrica*". Surgiu, então, o problema das relações entre a instrução e o trabalho e da instrução técnico profissional dos trabalhadores, para o qual uma das soluções foi a criação de escolas que se preocupassem em transmitir o conhecimento e as práticas normalmente presentes nas indústrias, ou seja, uma escola que aproximasse a escola do trabalho industrial.

Nas palavras de Manacorda (1989 : 172):

*"Tentam-se , então, por duas vias diferentes: ou reproduzir na fábrica os métodos 'platônicos' da aprendizagem artesanal, a observação e a imitação, ou derramar no velho odre da escola desinteressada o vinho novo dos conhecimentos profissionais, criando várias escolas não só 'sermocinales', mas 'reales', isto é, de coisas, de ciências naturais: em suma, escolas científicas, técnicas e profissionais"*.

Ainda nos apoiando nesse autor (Manacorda, 1989 : 288), pode-se dizer que a criação de institutos de mecânica, destinados a instruir os operários nos princípios científicos da matemática e das manufaturas na Inglaterra, em 1823, pode ser considerada o início da instrução técnico-profissional e que sucessivas legislações, em diversos países europeus, contribuíram para a criação desse tipo de escola.

Diz ele (1989 : 288):

*"Enquanto vai desaparecendo o tradicional aprendizado da oficina artesanal, controlado pelas corporações de artes e ofícios (...), a instituição escola vai atingindo todas as classes produtoras, recebendo novos conteúdos científicos e técnicos"*.

Essas modificações na escola e nos seus conteúdos, acabou por provocar mudanças também nas universidades, com o surgimento das escolas superiores de engenharia e num conjunto diferenciado de especializações.

A organização das escolas profissionais, na opinião de Fernández Enguita (1989 : 130) se vincula fortemente *"à necessidade de dominar uma certa quantidade de conhecimentos e destrezas para desenvolver-se em qualquer trabalho ou fora dele em uma sociedade industrializada e urbanizada"*, quando isto já não é possível de acontecer diretamente no próprio local de trabalho ou através da família.

Ainda de acordo com esse autor (1989 : 130),

*"torna-se claro que as escolas antecederam o capitalismo e a indústria e continuaram desenvolvendo-se com eles, mas por razões a eles alheias. Entretanto, pode-se afirmar [...] que as necessidades deste em termos de mão de obra foram o fator mais poderoso a influir nas mudanças ocorridas no sistema escolar em seu conjunto e entre as quatro paredes da escola"*.

Convém ressaltar que a criação dessas escolas profissionais, voltadas para o aprendizado do que é requerido para o funcionamento das indústrias, teve como uma de suas conseqüências o reforço, agora no âmbito escolar, da divisão entre o saber intelectual e o saber manual e da expropriação do saber do trabalhador. Se, em outra época aprendiam-se todas as etapas da fabricação de um produto, com o advento e desenvolvimento da industrialização, em suas diversas etapas, o trabalhador passou a ser aliado do seu produto, aprendendo, em última instância, nessas escolas, como operar máquinas que acabariam por produzir os bens que anteriormente ele fazia se materializar diante dos seus olhos.

O movimento de organização de escolas profissionais não ficou restrito aos limites geográficos da Europa. Da mesma forma que nos países centrais, nas Colônias a industrialização embrionária e crescente passava também a exigir preparação dos trabalhadores.

No Brasil, o início da existência de escolas profissionais está vinculado à permissão, por parte do reino de Portugal, do livre estabelecimento de fábricas e manufaturas na Colônia, fato que aconteceu somente em 1808, com a mudança da família Real para terras brasileiras. A partir desta data, e visando atender às demandas que foram gradativamente surgindo com o desenvolvimento brasileiro, diversas instituições destinadas ao ensino de ofícios, tanto de caráter público como privado, foram sendo criadas.

A história e discussão do desenvolvimento e expansão das escolas que surgiram a partir daí tem sido abordada em inúmeras publicações, tais como as de autoria de Fonseca (1961), Franco e Sauerbronn (1984), Gama (1987), Machado (1989a) e Moraes (1990), o que

indica ser redundante de nossa parte, aqui fazer uma abordagem mais aprofundada sobre o mesmo tema<sup>8</sup>.

Esse conjunto de estudos, entretanto, permitiu-nos compreender a evolução dessas escolas, principalmente as da rede federal de ensino técnico que, no decorrer do tempo, passaram a desempenhar um papel de significativa importância no cenário da educação brasileira, principalmente a partir da década de 80. Os fatos que colaboraram para o aludido bom desempenho das escolas profissionais, que foi acompanhado por uma deterioração das escolas públicas de segundo grau, já foram fartamente estudados (Cunha, 1977 e 1979; Warde, 1979; Kuenzer, 1992, entre outros), motivo pelo qual optamos por dedicar nossas próximas reflexões aos efeitos que a aplicação da atual legislação tem causado sobre o funcionamento dessas escolas.

### **1.2.2 Reflexos da Reforma na Educação Profissional brasileira**

Em trabalho anterior (Garcia, 1995 : 56), no qual tivemos oportunidade de tecer algumas análises a respeito da situação das escolas da rede federal de ensino técnico após alguns anos da aplicação da lei 5692/71, pudemos verificar que

*"... as Escolas Técnicas e CEFETs passaram a ocupar, após esse período, a posição de serem algumas das poucas escolas públicas que ofereciam ensino de qualidade aos seus alunos. Isso fez com que ocorresse uma alteração de sua clientela, com interesses mais voltados à continuidade dos estudos que à profissionalização. Dessa forma, começou-se a solicitar que a Escola Técnica, além de um ensino profissional de qualidade, oferecesse também condições reais para que seus alunos pudessem enfrentar com êxito os concursos vestibulares para prosseguimento de estudos em níveis superiores."*

A manutenção da qualidade de ensino dessas Escolas, quando comparada à situação de deterioração da rede pública de segundo grau brasileira, levou ao aumento da procura das escolas dessa rede, o que provocou a mesclagem dos interesses dos que nela ingressam. Ao lado dos alunos interessados numa formação profissional de nível técnico, gradativamente foi aumentando o número daqueles que a buscaram para que, ao receberem ensino de qualidade, pudessem continuar seus estudos em nível superior. Essa situação gerou um não provei-

---

<sup>8</sup> A respeito dos aspectos históricos do ensino profissional no Brasil, consultar Fonseca (1961), Machado (1989a), Franco e Sauerbronn (1984), Gama (1987), Moraes (1990), Garcia (1995), Kuenzer (1997), Moraes e Ferretti (coords., 1999) e SENAI, pesquisa (1998).

tamento imediato e direto do potencial profissional dos alunos dessas Escolas Técnicas junto às indústrias, o que passou a preocupar tanto os dirigentes dessas escolas como os responsáveis pelas políticas governamentais de educação.

Nesse sentido, ao mesmo tempo que foram tomadas providências, por parte dos dirigentes das escolas da rede federal de ensino técnico, para a elaboração de um Projeto Político Pedagógico que fosse capaz de responder a estes desafios<sup>9</sup>, essa situação começou a ser entendida pelas autoridades brasileiras, inspiradas e apoiadas pelos pressupostos educacionais de organismos financiadores internacionais, principalmente a partir dos anos 90, como um desvirtuamento dos objetivos dessas escolas.

Entretanto, enquanto estes fatos estavam acontecendo, começa a ser discutida a proposta de uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que previa a criação de um Sistema Nacional de Educação Tecnológica, cuja espinha dorsal seria formada pela rede de Centros Federais de Educação Tecnológica e que deveria *"articular as várias iniciativas de educação profissional, definir políticas e normas e delimitar as diversas áreas de atuação dos diferentes órgãos de modalidades, de forma a compatibilizá-los com os desafios da era tecnológica"* (Moraes e Ferretti, coords., 1999).

Sobre a elaboração da nova LDB e seus desdobramentos, mais especificamente sobre a questão da educação profissional, intensa discussão envolvendo os representantes dos segmentos mais diretamente atingidos, quais sejam as Universidades, as Escolas Técnicas e CEFETs e as instituições do denominado Sistema S (SENAI, SENAC, SENAT e SENAR) foi desenvolvida, principalmente durante o ano de 1996, quando houve uma concentração de esforços do governo federal em promover uma reforma do Ensino Médio e da Educação Profissional e em aprovar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Dadas as condições e moldes com que foi proposto o novo modelo de Educação Profissional, criticado por praticamente toda a sociedade civil organizada<sup>10</sup>, intenso debate foi instaurado. Entretanto, amparados pela recém aprovada LDB 9394/96, os pontos polêmicos e contestados do Projeto de Lei 1603/96 - que inicialmente propunha a reforma - acabaram sendo aprovados por decreto, o de número 2208/97 que, ao regulamentar o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394/96, que dispunham sobre o currículo do Ensino Médio e sobre a Educação Profissional no Brasil, instalavam novo modelo desta modalidade de educação no Brasil.

---

<sup>9</sup> Sobre estes encaminhamentos de caráter interno à rede federal de ensino técnico, ver Garcia, 1996.

<sup>10</sup> Para aprofundamento da questão, podem ser consultados, entre outros: Garcia (1996); Ferretti (1997); Kuenzer (1997); Moraes (1998), Moraes e Ferretti (coords., 1999); Lima Filho (1999b).

Esse novo modelo de ensino profissional do país, que tem como um dos seus pressupostos teóricos o modelo de competências<sup>11</sup>, foi organizado para atender tanto a alunos egressos dos diversos níveis de ensino e aos trabalhadores, independentemente de sua escolaridade, tem, entre os seus objetivos, de acordo com Moraes e Ferretti, (coords., 1999), os abaixo enunciados:

*"formar técnicos de nível médio e tecnólogos de nível superior para os diferentes setores da economia;*

*especializar e aperfeiçoar o trabalhador em seus conhecimentos tecnológicos;*

*qualificar, requalificar e treinar jovens e adultos com qualquer nível de escolaridade, visando à sua inserção e melhor desempenho no exercício do trabalho."*

Atendendo à legislação, ele será organizado em três níveis: básico, técnico e tecnológico, cujas características, descritas no Decreto 2208/97, são as seguintes:

- **básico**, destinado à qualificação, requalificação e reprofissionalização de trabalhadores, independentemente de escolaridade prévia, constituindo-se em modalidade de educação não-formal e de duração variável, não estando sujeita à regulamentação curricular e conferindo aos concluintes certificado de qualificação profissional;
- **técnico**, destinado a habilitar profissionalmente alunos matriculados em cursos de nível médio ou dele egressos, com organização curricular própria e independente do ensino médio, podendo ser oferecida de forma concomitante ou seqüencial a este em instituições públicas ou privadas e conferindo aos concluintes o diploma de técnico de nível médio, e
- **tecnológico**, em nível superior, destinado a egressos do ensino médio e técnico, devendo atender aos diferentes setores da economia, conferindo aos concluintes o diploma de tecnólogo.

Uma das conseqüências<sup>12</sup> do Decreto 2208/97, que regulamentou os artigos da LDB 9394/96 relativos à educação profissional, foi a extinção do curso técnico integrado, modalidade de ensino praticada nas Escolas Técnicas e CEFETs desde 1942 e que visava a formação de técnicos de nível médio, uma das atividades nas quais essas escolas demonstraram, durante décadas, terem bastante sucesso.

A formação do técnico de nível médio através do curso integrado era prevista para acontecer num período de quatro anos, e a sua grade curricular composta por um Núcleo Co-

---

<sup>11</sup> A respeito do modelo de competências, ver, por exemplo, Hirata (1994), Ropé e Tanguy (1997), Moraes e Ferretti (coords., 1999).

<sup>12</sup> A respeito de conseqüências dessa Reforma para as escolas da Rede Federal de Ensino Técnico, ver Lima Filho (1999a).

num e um Núcleo de Formação Técnica. Do Núcleo Comum faziam parte as disciplinas consideradas de cultura geral, tais como Português, Matemática, **Física**, Química, Biologia, História, Geografia, etc. e no de Formação Técnica, por sua vez, eram ministrados conteúdos de disciplinas de formação profissional específica de cada um dos cursos. Usualmente a matriz de distribuição dessas disciplinas durante os cursos previa uma concentração inicial maior de disciplinas do Núcleo Comum, que ia diminuindo com o passar dos anos (ou semestres) letivos para darem lugar às disciplinas de formação técnica, as quais, no final do curso, representavam a quase totalidade das aulas. Era também previsto, como requisito para a obtenção do diploma de técnico, um estágio obrigatório em alguma empresa do ramo produtivo do curso freqüentado.

Apesar da pouca articulação planejada entre os assuntos propostos e aqueles julgados necessários para o melhor entendimento das disciplinas de caráter técnico, fato já constatado para o caso específico da Física (Garcia, 1995), na prática, observava-se que os alunos dessas escolas demonstravam, no desempenho de suas funções, tanto escolares quanto profissionais, uma maior facilidade em estabelecer relações entre os conhecimentos teóricos e práticos presentes em suas atividades.

Essa apropriação diferenciada desses assuntos escolares derivava em grande parte, no nosso entendimento, da intensa atividade prática prevista na carga horária das disciplinas dos cursos dessas escolas e do estudo, quase que concomitante, dos mesmos assuntos ligados a aplicações técnicas e tecnológicas nas disciplinas de formação específica.

Convém ressaltar que nessas Escolas, por conta da inclusão de atividades de laboratório, a abordagem dos assuntos de diversas disciplinas, não somente de Física, já se diferenciava da das demais escolas que não tinham ou não se utilizavam de laboratórios didáticos. Esses assuntos, considerados como conhecimento geral pelos professores, muitas vezes eram novamente abordados nas disciplinas de formação técnica, porém, como uma aplicação tecnológica. Por isso, mesmo que não fosse planejada e explicitada uma articulação entre disciplinas, na prática ela acabava acontecendo em função dos diversos enfoques que um mesmo assunto podia ter.

Com a extinção dos cursos técnicos integrados, rompeu-se essa possibilidade de que um conhecimento escolar fosse visto de forma geral e, num curto intervalo de tempo, também de forma aplicada. De acordo com a nova legislação, por serem independentes do nível médio (art. 5º, Decreto 2208/97), os estudos para a obtenção do certificado de técnico poderão ser concomitantes ou posteriores à conclusão do Ensino Médio, mas não mais integrados a este como no modelo anterior. Nessas condições, fica claro que a integração entre co-

nhecimentos de "cultura geral" e de "cultura técnica", não mais acontecerão da mesma forma que ocorria antes.

Outra consequência da Reforma diz respeito à organização de cursos de Ensino Médio nas Escolas da Rede Federal de Ensino Técnico, decorrentes da aplicação da Portaria 646, de 14 de maio de 1997. Após quase noventa anos de uma prática escolar voltada para a formação profissional, essas escolas passaram a ofertar cursos de Ensino Médio (art. 3º), de caráter propedêutico, desvinculados de uma formação profissional imediata e voltados para a preparação dos alunos visando a continuidade dos estudos<sup>13</sup>.

Um dos reflexos desses encaminhamentos legais foi a necessidade de uma reorganização das disciplinas componentes dos cursos ofertados por estas Instituições, quer seja para a formação de técnicos no novo modelo, quer seja para a oferta de Ensino Médio. No caso específico da Física, tomando como referência os dados e conclusões do trabalho de Garcia (1995), de Azevedo (2000), e os encaminhamentos de uma dessas Instituições (CEFET-PR) em resposta aos desafios lançados por essa nova situação, não foram muitas as modificações requeridas para essa adaptação.

Conforme já havíamos constatado (Garcia, 1995 : 105), *"o conteúdo de Física [dos cursos técnicos integrados] é equivalente ao proposto para o segundo grau regular, que não tem a formação profissional como um de seus objetivos."* Considerando que tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quanto as Diretrizes Curriculares da Educação Profissional, que por serem apenas parâmetros e diretrizes, não descem a detalhes no tocante a conteúdos específicos das disciplinas, cremos que a tendência dos professores dessas escolas de formação profissional seja a de continuar a considerar a Física como uma disciplina básica, fundamental, que vise uma formação geral do aluno, apoiando-se, para o desenvolvimento de suas aulas, em livros usualmente destinados à continuidade dos estudos por parte dos alunos, o que já vinha acontecendo anteriormente.

Apesar dessas alterações, propostas pela nova legislação, permaneceu a mesma perspectiva apontada quando da criação das primeiras escolas profissionais, e tão enfática-

---

<sup>13</sup> Nesse ponto, permitimo-nos a inclusão de um parêntese nas nossas considerações. Quando se iniciaram, em torno dos anos 90, as discussões e críticas a respeito do desvio de função das Escolas Técnicas, tinha-se como justificativa que boa parte dos alunos que a freqüentavam não iriam exercer a função de técnicos, mas sim continuar os estudos em graus superiores. Isso, nas análises de conta corrente dos investimentos públicos, significava uma perda e, portanto, esse tipo de ensino, considerado elitista e muito dispendioso, deveria ser reformulado. É exatamente esse raciocínio, eivado de falácias e pontos obscuros, que nos leva a estranhar a decisão de extinguir a oferta de cursos técnicos integrados nas Escolas Técnicas Federais e CEFETs e em seu lugar, pelo menos em parte, permitir que elas ofertassem cursos de Ensino Médio, estes sim, totalmente desvinculados de uma formação profissional e, na lógica do capital humano, sem um retorno imediato.

mente questionadas pelos teóricos do campo da Educação e Trabalho: entende-se que é preciso dar aos jovens algum tipo de formação específica que inclua a aprendizagem de conhecimentos requeridos pelo trabalho industrial.

Desse ponto de vista, poder-se-ia inferir que a Física tenha ocupado um lugar de destaque entre os conteúdos ensinados nas Escolas Profissionais, pois é facilmente visível a articulação do trabalho industrial com os princípios e conhecimentos desse campo científico, quer sejam eles oriundos da Mecânica Clássica, da Termodinâmica, da Eletricidade ou da Física Quântica, que têm hoje dado sustentação teórica para um grande número de equipamentos e dispositivos.

Se o sistema educacional admitiu e consolidou um conjunto de escolas que histórica e explicitamente se voltou à formação de trabalhadores para a atividade industrial, que conhecimentos de Física compuseram os currículos dessas escolas a partir de sua criação?

Em busca da compreensão dessas questões, em trabalho realizado anteriormente (Garcia, 1995), procuramos localizar, especificamente no âmbito das iniciativas do governo federal<sup>14</sup>, as ações que podiam denotar a preocupação dos responsáveis pela educação técnica nacional com conteúdos didáticos relacionados com a ciência, em especial com a Física. Alguns dos resultados daquele trabalho, apresentados na seqüência, nos permitirão uma visão da participação da Física na escolarização dos alunos dos cursos técnicos industriais.

### 1.2.3 A Física nas escolas de formação técnica

As Escolas de Aprendizes Artífices foram criadas em 1909 e já em 1911 era aprovado um regulamento que visava melhor organizar as recém criadas escolas. Não havia, naquela época, nenhuma preocupação explícita com o ensino de ciências por parte dos responsáveis pelo ensino profissional. Além do trabalho das oficinas, eram ministrados dois cursos, o primário, para aqueles que não soubessem ler, escrever e contar e o de desenho, independentemente do ofício estudado.

Essa situação, que refletia uma ausência de propostas de ensino de **Ciências e Física**, não sofreu alteração nem no novo regulamento aprovado em 1918, nem após os trabalhos do Serviço de Remodelação do Ensino Profissional Técnico, comissão de técnicos espe-

cializados constituída em 1920 e que visava examinar o funcionamento das escolas e propor medidas para tornar esse ensino mais eficiente.

O primeiro registro encontrado a respeito de assuntos de Física propostos para escolas dessa rede é de 1926, numa medida governamental que propunha normas que estabeleciam uma unidade ao ensino profissional praticado nos diversos estabelecimentos federais denominada "Consolidação dos Dispositivos Concernentes às Escolas de Aprendizes Artífices"<sup>15</sup>

Conforme esse dispositivo legal, o currículo proposto para ser desenvolvido nas escolas passou a ser uniforme e, de acordo com Fonseca (1961: 193):

*"O currículo passava a ser constituído das seguintes disciplinas: Português, Aritmética, Geometria Prática, Lições de Coisas, Desenho e Trabalhos Manuais, Caligrafia, Ginástica e Canto Coral, Corografia e História do Brasil, Instrução Moral e Cívica, Elementos de Álgebra, noções de Trigonometria, **Rudimentos de Física** e Química, Desenho Industrial e Tecnologia de cada ofício" (grifos nossos)*

Apesar de não ter sido possível identificar os assuntos e com que profundidade os mesmos eram propostos aos alunos sob o título de **Rudimentos de Física**, foi possível, através da documentação pesquisada, saber as séries em que se previam aulas de 50 minutos sobre esses conteúdos de Física.

A distribuição indicada era a seguinte:

**4º ano:**

Rudimentos de Física ..... 2 aulas/semana

**1º ano complementar:**

Física Experimental e Noções de Química ..... 4 aulas/semana

**2º ano complementar:**

Noções de Física e Química Aplicada ..... 3 aulas/semana

Noções de Mecânica ..... 2 aulas/semana

Além desses conteúdos específicos de Física e de Química, os alunos teriam 3 aulas/semana de Noções de História Natural no 1º ano complementar e 2 aulas/semana de His-

---

<sup>14</sup> Apesar de termos conhecimento de outras iniciativas relativas à educação profissional, principalmente no Estado de São Paulo (ver Moraes, 1990), nossa pesquisa abrangeu apenas as do governo federal.

<sup>15</sup> Consolidação dos Dispositivos Concernentes às Escolas de Aprendizes Artífices, in FONSECA, obra citada, vol. 1, p. 224

tória Natural Elementar no 2º ano complementar, assuntos relacionados à ciência, de um modo geral.

De 1927, merece ser citada uma outra decisão governamental relativa ao nosso estudo. Refere-se à apresentação à Câmara dos Deputados, em 15 de agosto, de um projeto elaborado pelo deputado Graco Cardoso (Fonseca, 1961: 151), que pretendeu estabelecer princípios orgânicos para o ensino industrial em todo o país. Nele são explicitadas algumas preocupações que se referem especificamente ao nosso tema de pesquisa, entre as quais podemos citar:

- previsão de noções de **Física** e Química, assim como elementos de Resistência dos Materiais e História Natural, no ensino primário (art. 12)
- previsão de pequenos laboratórios de química e **gabinetes de Física** para os exercícios práticos e experimentais, nas escolas industriais primárias. (art. 14)
- programa prevendo as matérias de **Física** e Química Aplicada e Mecânica Aplicada, nas escolas médias industriais. (art. 26)
- possibilidade de habilitação profissional dos alunos, na escola média industrial, em **Física** e Química Aplicada. (art. 27)

Com relação à função da Matemática Aplicada, da **Física** e da Química, o projeto previa que elas deveriam ser ensinadas de maneira a simplificar os problemas mais complexos e a explicar os fenômenos fundamentais relacionados com as operações industriais, funcionando, assim, não como conteúdos isolados, mas integrados à formação profissional do aluno

Apesar de não ter saído do papel, esse projeto revela a presença de algumas das idéias posteriormente incorporadas pela Lei Orgânica do Ensino Industrial de 1942 (Fonseca, 1961: 251), que organizou o ensino industrial no Brasil.

Por essa lei, o Ensino Industrial foi definido como sendo "*de segundo grau, destinado à preparação profissional dos trabalhadores da indústria e das atividades artesanais*" e sua organização em dois ciclos:

- o primeiro, ministrado nas **Escolas Industriais**, correspondente ao primeiro ciclo (ginásio) do ensino secundário e compreendendo as seguintes ordens de ensino:

1. Ensino industrial básico
2. Ensino de mestria
3. Ensino artesanal
4. Aprendizagem

- e o segundo, ministrado nas **Escolas Técnicas**, correspondente ao segundo ciclo (colégio) do ensino secundário e compreendendo as seguintes ordens de ensino:

1. Ensino técnico
2. Ensino pedagógico

Um dos princípios fundamentais desse ensino, explicitados no artigo 5º da referida Lei Orgânica, era a inclusão *"no currículo de toda formação profissional, de disciplinas de cultura geral e práticas educativas, que concorram para acentuar e elevar o valor humano do trabalhador."*

Na seqüência da edição da lei Orgânica do Ensino Industrial, em 1943 foi publicado o Regulamento do Quadro dos Cursos do Ensino Industrial, onde foram estabelecidas duas ordens de disciplinas a serem ministradas nos cursos industriais, de mestria e técnicos: as de cultura geral e as de cultura técnica.

Nesse Regulamento, a disciplina de **Ciências Físicas e Naturais** era prevista como de cultura geral apenas para o curso industrial. Para os  cursos de mestria, destinados à preparação dos mestres de oficinas, conteúdos relacionados com conhecimentos de **Física** apareciam listados nas disciplinas de cultura técnica. Assim, nesses cursos eram previstas disciplinas denominadas "Noções de mecânica prática geral e aplicada", "Ensaio físicos e químicos de materiais", "Noções de aerodinâmica", "Ensaio de resistências dos materiais", entre outras. São disciplinas que, na formação dos mestres de oficinas, envolviam aplicações de conhecimentos básicos de Física, aos quais os alunos tiveram acesso quando da realização do curso industrial, condição essencial para o ingresso no curso de mestria.

Por sua vez, nos  cursos técnicos, a disciplina de **Física** aparecia como um componente obrigatório a todos eles. Além disso, na listagem das disciplinas de cultura técnica desses cursos, era freqüente a indicação daquelas que envolviam aplicações de conhecimentos básicos de Física, tais como: "Mecânica Aplicada", "Noções de Grafostática e de Resistência dos Materiais", "Navegação e Astronomia", "Física Experimental", "Física Aplicada", entre outras.

Alguns aspectos da Lei Orgânica do Ensino Industrial foram regulamentados pelas Portarias Ministerial 162, de 01/03/1943 e 169, de 13/03/1943, que tratavam da seriação das disciplinas e da *limitação e distribuição do tempo dos trabalhos escolares no ensino industrial*. Entre outros aspectos, define-se o tempo de aula como sendo de 50 minutos e a distribuição da carga horária semanal, para os diversos cursos industriais como a que segue:

## **Cursos Industriais**

### Ciências Físicas e Naturais:

1ª série: 2 aulas

2ª série: 2 aulas

3ª série: 2 aulas

4ª série: 2 aulas

## **Cursos Técnicos**

### Física:

1ª série: 3 aulas

Em janeiro de 1946 foi aprovado o Regulamento do Registro de Professores dos Estabelecimentos de Ensino Industrial através do Decreto 20.406, de 15/01/1946. No artigo 4º do mesmo, ficou expressa uma preocupação com a formação dos que iriam trabalhar no Ensino Industrial, pois colocava como prova de habilitação para a admissão como docente de cultura geral desses estabelecimentos a licença por Faculdade de Filosofia para a disciplina a ser ministrada. Não ficava explícito na legislação pesquisada, porém, deduz-se, do texto, que para ministrar aulas de **Física** o professor deveria ser devidamente habilitado.

Nesse período, uma das questões relativas ao ensino técnico referia-se à não equivalência entre os cursos deste tipo de ensino e os cursos do secundário (clássico e científico). Essa questão começou a ser disciplinada em 1950 e em 1953 a lei 1.821, que "*dispõe sobre o regime de equivalência entre diversos cursos de grau médio para efeito de matrícula no ciclo colegial e nos cursos superiores*" e o Decreto nº 34.330, que a regulamentou, apresentavam alguns pontos que merecem nossa atenção:

- era permitida a matrícula no 2º ciclo do secundário, de alunos provenientes do 1º ciclo, indistintamente, desde que fizessem as adaptações necessárias. (art. 1º)
- para a matrícula nos cursos técnicos do ensino técnico industrial ou agrícola, era exigida a prestação de exames vestibulares de Português, Matemática, Desenho e **Ciências Físicas e Naturais**. (art. 2º alínea c) (grifos nossos)
- era permitida a inscrição aos exames vestibulares ou concurso de habilitação "*às Escolas de Engenharia, de Química Industrial e de Arquitetura, e aos cur-*

*... das disciplinas de Matemática, Física, Química e Desenho da Faculdade de Filosofia, aos candidatos que houverem concluído os cursos técnicos de ensino industrial"* (art. 5º alínea b)

- de uma maneira mais geral, o acesso aos cursos superiores era permitido a todos os alunos que houvessem, no segundo ciclo, estudado Português durante dois anos no mínimo, e uma língua viva estrangeira, e ainda três de um elenco de disciplinas nas quais se incluía a **Física**, o que era possível para alunos que houvessem concluído o curso técnico industrial. A demonstração do suficiente conhecimento dessas disciplinas deveria ser feita através de exames de adaptação em estabelecimento de ensino secundário federal ou equiparado, o que era, no nosso entender, indicativo de uma equivalência não suficiente por si só.
- não era exigida a aprovação em exame de suficiência em **Ciências Físicas** quando da transferência de alunos do curso industrial básico (ginásio industrial) para o curso ginásial, comercial básico e de mestría agrícola.

Ainda no intuito de melhor regulamentar o ingresso de alunos nos cursos industriais, em novembro de 1953 foi assinada a Portaria nº 808, que "*dispõe sobre exames vestibulares, matrícula, regime escolar e outras ocorrências nos cursos ordinários e extraordinários das escolas industriais e técnicas federais equiparadas e reconhecidas*". Desta, convém registrar os seguintes aspectos com relação ao exame de ingresso:

- para o curso industrial básico, as disciplinas examinadas eram Português e Matemática;
- para o curso técnico, as disciplinas eram Português, Matemática, Desenho e **Ciências Físicas e Naturais**.

Nesse mesmo diploma legal (art. 36) eram definidos os cursos extraordinários ligados ao ensino industrial como sendo de continuação, aperfeiçoamento e especialização. Os cursos de continuação, destinados a trabalhadores jovens e adultos não diplomados ou habilitados, com formação escolar no máximo equivalente ao primário, por sua vez, podiam ser de iniciação, de desenvolvimento e de extensão. Destes, para ingresso, apenas o de extensão exigia prova de **Ciências Físicas e Naturais** no seu exame de seleção.

Com relação ao ingresso nos cursos de aperfeiçoamento e especialização, destinados "*de preferência a trabalhadores diplomados ou habilitados, a professores de disciplinas de cultura técnica e pedagógica, incluídas nos cursos de formação profissional, bem como a*

*administradores de serviços relativos ao ensino industrial*", era exigido dos candidatos demonstração de conhecimentos de Português, Matemática, Desenho e **Ciências Físicas e Naturais**, na profundidade equivalente à exigida no exame vestibular aos cursos técnicos. (art. 38)

Após a organização que lhe foi dada pela Lei Orgânica de 1942, o Ensino Industrial passou, no decorrer de quase duas décadas, por uma série de aperfeiçoamentos, sem sofrer, no entanto, alterações em sua estrutura básica. Essas alterações, aliadas às modificações ocorridas na legislação educacional brasileira neste período, estavam, entretanto, a exigir uma atualização da organização deste ensino, o que aconteceu em 1959, através da lei 3.552.

As escolas industriais e técnicas da rede federal deixaram de ser um sistema de estabelecimentos uniformes, com organização e cursos idênticos. Alcançaram, por meio da legislação, autonomia didática, financeira, administrativa e técnica, com personalidade jurídica própria (art. 16 da lei 3552).

Ampliaram-se também os objetivos dessas escolas. Enquanto na Lei Orgânica do Ensino Industrial as finalidades do ensino industrial ficavam restritas à preparação profissional de seus alunos (art. 3º e 4º), um dos objetivos do ensino industrial, de acordo com a nova legislação, passou a ser "*proporcionar base de cultura geral e iniciação técnica que permitam ao educando integrar-se na comunidade e participar do trabalho produtivo ou prosseguir seus estudos*" (art. 1º), o que predisponha a escola de ensino industrial a ministrar conteúdos de cultura geral que possibilitassem a continuidade dos estudos para seus alunos.

A previsão, no art. 10, "*de bibliotecas, laboratórios, oficinas, gabinetes e salas-ambiente, aparelhados para um ensino eficiente e prático*", projetava o desenvolvimento de um ensino "*conduzido de modo a que o aluno observe e experimente suas aplicações à vida contemporânea e compreenda as exigências desta, quanto à tecnologia de base científica*" (art. 14), atitudes estas que favoreciam o ensino de disciplinas da área científica e tecnológica.

Nesse contexto de autonomia didática, a responsabilidade da direção didático-pedagógica da Escola recaía sobre um Conselho de Professores (art. 18), ficando, entretanto, a Diretoria do Ensino Industrial encarregada de elaborar diretrizes gerais dos currículos, sistemas de notas e de exames e promoções (art. 21).

A regulamentação da lei 3.552 ocorreu ainda no ano de 1959, através do Decreto 47.038, de 16/10/1959, no qual, além de serem repetidos os princípios básicos já delineados anteriormente, foram feitos detalhamentos que permitiram o desenvolvimento deste ensino na nova estrutura.

Dentre os pontos dessa regulamentação, merecem destaque para o nosso estudo os seguintes:

- o ensino industrial era mantido como de nível secundário;
- houve mudança no enfoque dado ao curso industrial básico, retirando do mesmo o caráter profissionalizante para lhe atribuir um caráter formativo, visando "*proporcionar conhecimento e iniciação em atividades produtivas, relevando, objetivamente, o papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo*"(art. 15).
- estabeleceu como objetivos dos cursos industriais técnicos, além da formação de técnicos para o desempenho de determinadas funções, "*proporcionar base de cultura geral e conhecimentos técnicos que permitam ao diplomado integrar-se na comunidade, participando do trabalho produtivo, ou prosseguir os seus estudos*" (art. 18), mudando, dessa forma, o esperado dos concluintes de um curso técnico industrial.
- na composição do currículo dos cursos, cada escola deveria propor pelo menos cinco disciplinas de cultura geral, sendo três obrigatórias e duas optativas. Dentre estas estavam previstos os conteúdos de **Ciências** para o ensino industrial e de **Física** para o ensino técnico. Considerando que os objetivos dos cursos industriais sofreram modificação, confirmava-se o caráter mais de formação geral do que técnica desses conteúdos.

Aprovadas essas modificações no Ensino Industrial em 1959, novas alterações foram promovidas com a sanção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em dezembro de 1961. As novas situações, além de estabelecerem outras relações entre o ensino de formação profissional e o de formação geral, permitiram que víssemos com maior clareza o significado atribuído à natureza e à função da Física nesse ensino.

Essa lei, debatida por mais de uma década, abordou a educação como um todo, contrariamente ao que vinha acontecendo até o momento. Nela o Ensino Técnico foi tratado dentro de um contexto educacional mais amplo, que estabeleceu as finalidades para toda a educação nacional, não apenas para a educação técnica. Sendo a lei inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, ela não foi concebida com a finalidade de dar aos seus alunos uma profissionalização imediata, mas sim de propiciar a formação do homem inserido numa sociedade que solicita sua participação como cidadão. "*O preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitam uti-*

*lizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio*" (art. 1º - item e) pode ser considerado como uma das finalidades que mais se ligava com a concepção anterior do ensino técnico.

Nessa legislação, os cursos técnicos integravam o ensino médio, ao lado dos cursos secundários e de formação de professores. Considerando que o acesso aos cursos superiores passava pela conclusão de um curso do ensino médio, era finalmente atingida, de acordo com Cunha (1977: 69), a "*completa equivalência dos cursos técnicos ao secundário, para efeito de ingresso em cursos superiores*", objetivo este almejado desde há muito por tantos quantos defendiam o ensino técnico.

Na lei 4024/61 havia um capítulo especialmente dedicado ao Ensino Técnico. De acordo com o mesmo, esse ramo de ensino seria desenvolvido em dois ciclos, o ginásial, com a duração de quatro anos e o colegial, com no mínimo três anos de duração.

Com relação às disciplinas que deveriam constar no currículo desses cursos, a legislação previu o número de disciplinas do curso secundário (portanto, de formação geral) que deveriam ser incluídas tanto no 1º quanto no 2º ciclo do curso técnico, além daquelas específicas de formação profissional.

O detalhamento dessas disciplinas para o ensino técnico foi feito em março de 1962, através da Portaria 26-BR que regulamentou a disposição do currículo do ensino técnico industrial do sistema federal de ensino. São indicados Português, Matemática, História, Geografia e **Ciências** como sendo obrigatórios para o ginásio industrial, sendo que **Ciências** deveria ser ministrada nas quatro séries do curso.

No que se referia ao colégio técnico industrial, eram obrigatórios Português, Matemática, História e **Ciências Físicas e Biológicas**, esta última sendo ministrada apenas na 1ª série dos cursos técnicos.

Notou-se, nesse momento, que, tanto em denominação, quanto em objetivos, as disciplinas de caráter formativo geral dos cursos técnicos começavam a não apresentar mais distinção quando comparadas com aquelas previstas para o ensino secundário, verificando-se, entretanto, uma diferença, para menos, na carga horária semanal prevista para os cursos técnicos, quando comparadas com a do curso secundário.

Na década de 60, significativas mudanças ocorreram na sociedade brasileira nos seus aspectos políticos e sociais. A educação, como não poderia deixar de ser, acabou sendo afetada pelos rumos dados pelos governantes da época.

Assim, em 1971 aconteceu uma reorganização do ensino primário e médio (denominações da época), através da lei 5.692, que fixou novas Diretrizes e Bases para o ensino

de 1º e 2º graus e que modificou radicalmente a concepção e as finalidades desse nível de ensino.

De acordo com essa lei, todos os cursos de segundo grau passariam a ser profissionalizantes. Deixava de existir o secundário com finalidade exclusiva de preparação para o ensino superior e passava a existir um único segundo grau, que adquiriu a função primeira de oferecer terminalidade aos que nele estudavam.

Com relação às Escolas Técnicas Industriais, não houve, na prática, mudanças fundamentais nos seus objetivos para se adaptarem à nova lei. Relativamente aos currículos dos cursos nelas ofertados, as adaptações necessárias ocorreram com maior facilidade uma vez que a legislação previa que *"os currículos de ensino de 1º e 2º graus, terão um núcleo comum, obrigatório em âmbito nacional, e uma parte diversificada para atender, conforme as necessidades e possibilidades concretas, às peculiaridades locais, aos planos dos estabelecimentos e às diferenças individuais dos alunos"* (art. 4º), o que coincidia em grande parte com que já era praticado.

No conjunto das matérias que comporiam o núcleo comum foram especificadas Comunicação e Expressão, Estudos Sociais e **Ciências** e como disciplinas constantes desta última a Matemática, a Química, a Biologia e a **Física**.

No tocante aos conteúdos de **Física**, como não havia diferença de objetivos das escolas, estes passaram a ser os mesmos, quaisquer que fossem os cursos em que se inserissem. E esses conteúdos continuavam praticamente iguais aos que eram propostos anteriormente, quando em vigor a lei 4024/61, ou seja, basicamente Mecânica, Termologia, Acústica, Ótica e Eletricidade.

Comparando-se com a situação legal anterior, houve um avanço no sentido de que a carga horária de **Física**, constante do Núcleo Comum, seria a mesma para todos os cursos, independente do mesmo ser ofertado em escola da rede pública ou particular. As diferenças, conforme já expusemos, aconteciam na parte diversificada do currículo.

Em 1978 (lei 6545, de 30/06/1978) ocorreu a criação do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) e a transformação das Escolas Técnicas Federais de Minas Gerais, do Paraná e Celso Suckow da Fonseca, do Rio de Janeiro, em CEFETs. Essa nova situação, entretanto, não provocou nenhuma modificação na organização do ensino de 2º grau, pois ele continuou a ser oferecido, em praticamente todos os seus aspectos, com as mesmas características e condições anteriores.

De acordo com dados por nós obtidos em pesquisa já mencionada, (Garcia, 1995), a Física era entendida, pela maioria dos professores pesquisados<sup>16</sup>, como um conteúdo básico, geral e fundamental, um conhecimento ao qual todos deveriam ter acesso para compreender e participar do mundo de hoje, imerso em altas tecnologias.

Constatamos também, naquela ocasião, que as atividades de Física eram desenvolvidas de forma tradicional, com conteúdos similares aos propostos para quase todas as escolas de ensino médio, ou seja, Mecânica, Termologia, Ótica, Ondulatória, sem uma articulação explícita e intencional entre eles e suas aplicações técnicas ou industriais. Além disso, dadas as características da organização dos conteúdos, em apenas algumas delas havia previsão de abordagem de conteúdos considerados de Física Contemporânea.

Para os participantes da pesquisa, o laboratório assumia grande responsabilidade no ensino de Física, pois facilitava a compreensão dos fenômenos e permitia medições e o estabelecimento de relações entre grandezas físicas, possibilitando o exercício de um método experimental de análise, sempre apontado como significativo. Entretanto, suas atividades eram desenvolvidas de forma tradicional, com experimentos que pretendiam apenas demonstrar e verificar validade de leis e observar fenômenos, sem um intenção explícita de articulação de conteúdos, não facilitando a relação entre conhecimentos físicos e suas aplicações tecnológicas.

Foi possível perceber, também, a partir da mesma pesquisa, que as Escolas Técnicas e CEFETs passaram a ser vistas como algumas das poucas escolas públicas de segundo grau (denominação da época) a manterem sua qualidade de ensino e a oferecer, além de profissionalização, condições reais para que seus alunos pudessem enfrentar com êxito os concursos vestibulares para prosseguimento de estudos em níveis superiores, incluindo-se para esse sucesso a contribuição dada pelos conteúdos de Física.

Entretanto, com a aplicação da lei 9394/96 e do Decreto 2208/97, conforme já comentamos, houve uma mudança na estrutura dessas escolas, pois passaram a oferecer também cursos de Nível Médio, com caráter propedêutico. No tocante à Física, em particular, poucas modificações foram sentidas. Os conteúdos de ensino praticamente continuaram os mesmos. A eventual preocupação em abordá-los procurando estabelecer relações com suas aplicações técnicas, deixou de ter razão de ser, pois os objetivos de ingresso no ensino superior, por vezes anteriormente questionados, passaram a ser claramente explícitos.

---

<sup>16</sup> Esta pesquisa foi realizada com coordenadores e professores de Física das ETFs e CEFETs. A participação foi de 100% dos coordenadores e 17% dos professores de Física, totalizando 70 participantes: 23 coordenadores e 47 professores.

Modificações maiores foram sentidas, entretanto, no tocante às novas modalidades de cursos técnicos, onde a participação da Física decresceu significativamente. Considerando que tais cursos são concomitantes ao Ensino Médio ou posteriores a ele, não há uma obrigação explícita de neles serem previstos assuntos de Física, pois parte-se do pressuposto que os alunos já devem ter tido contato com eles durante os seus estudos de Nível Médio, fato que, dadas as atuais condições das escolas, não garante nem esse acesso nem a qualidade que supostamente se requer para uma formação técnica.

As questões que abordamos nesse capítulo tiveram como fio condutor a preocupação em identificar os pontos de aproximação entre a ciência, a tecnologia e a produção industrial, com especial ênfase à Física, disciplina com a qual temos maior contato e que, para nós, representa um dos caminhos que pode contribuir para uma aproximação cooperativa entre o mundo da escola e o mundo do trabalho.

Serviram também para indicar e delimitar alguns pontos da pesquisa que realizamos e cujos resultados serão apresentados nos próximos capítulos.

## **Capítulo 2 Construindo a investigação: metodologia e instrumentos**

A constatação empírica de que era possível identificar aplicações de conhecimentos de Física no interior do processo produtivo industrial já havia sido feita no decorrer de outros trabalhos de pesquisa dos quais tivemos a oportunidade de participar<sup>17</sup>. Nessas investigações, foi possível conhecer um pouco da dinâmica industrial através de visitas ao setor produtivo de algumas indústrias e de contatos e entrevistas com alguns dos funcionários das empresas visitadas. Devido a essa participação, tínhamos já um panorama preliminar a respeito do impacto que as novas tecnologias de organização e produção estariam causando na educação destes trabalhadores. Aproveitando esse conhecimento anterior e buscando aprofundar algumas das questões relativas à identificação dos assuntos de Física presentes no processo produtivo industrial, organizamos nossa pesquisa optando por metodologias qualitativas interpretativas, pois, dados os nossos objetivos e os elementos que caracterizam esse tipo de pesquisa (Chizzotti, 1991 : 81; Lüdke e André, 1986 : 25-38), entendemos que essa opção seria a mais adequada para buscar responder às questões centrais da investigação que pretendíamos desenvolver.

Com essa expectativa, procuramos manter contato com algumas empresas da região de Curitiba que recentemente tivessem instalado máquinas e equipamentos que incorporassem novas tecnologias de operação e produção em seu parque industrial, e que permitissem a realização de nossa investigação. Conforme já observamos, nossa solicitação teve resposta positiva por parte de apenas uma empresa, montadora de eletrodomésticos de linha branca, e sobre a qual tínhamos uma série de informações, tanto de sua constituição como de sua organização.

O contato inicial com a Empresa foi feito através do Setor de Recursos Humanos, ocasião em que foi apresentada uma solicitação para a realização da pesquisa (**Anexo 6 a e 6b**). Obtida a autorização, procuramos encaminhar nosso trabalho de campo de acordo com a proposta apresentada.

Nossa primeira ação foi realizar entrevistas com funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas, visando obter mais informações principalmente sobre o processo de recrutamento de funcionários, além de discutir, com esses funcionários, aspectos da constituição do universo de nossa pesquisa. Nessa ocasião também fizemos uma visita a alguns dos seus setores industriais, o que nos permitiu uma tomada de contato inicial com o universo complexo que comporia nosso campo de pesquisa.

Realizada essa etapa, e superados todos os percalços já descritos na Introdução, pudemos, durante parte do segundo semestre de 1998, observar sua linha de produção e conversar com alguns funcionários, procurando extrair dessas observações e contatos as informações necessárias ao nosso propósito de investigação, que se desenvolveu como um estudo de caso, e exigiu, de nossa parte, todos os cuidados de natureza metodológica a ele pertinentes (Lüdke e André, 1986 : 17; Chizzotti, 1991 : 102).

Os contatos e entrevistas previstos no projeto seguiram, aproximadamente, a hierarquia funcional da produção da Empresa. Assim, foram contatados e entrevistados gerentes da produção, supervisores, engenheiros processistas e de produto, técnicos, funcionários da manutenção e operadores.

Esperávamos, dessa forma, apreender os conteúdos de Física presentes no processo produtivo sob diversas óticas. Além disso, teríamos a oportunidade de ouvir opiniões de funcionários que representam os interesses e posições da Empresa em diferentes graus, dados os diversos cargos que ocupam na sua hierarquia funcional.

## **2.1 A indústria pesquisada**

A indústria (aqui denominada Empresa) que serviu de campo empírico para a pesquisa faz parte atualmente de um grupo multinacional, e é uma das grandes fabricantes de eletrodomésticos da linha branca (refrigeradores e freezers) do Brasil. Instalada como empresa

---

<sup>17</sup> Referimo-nos aqui, particularmente, às atividades desenvolvidas como participante do Núcleo de Estudos so-

familiar na década de 50 em Curitiba, de lá até hoje apresentou uma gradativa expansão em seus negócios e produtos. Desde esse período, até o início da década de 90, quando começaram as associações comerciais com empresas estrangeiras, ela se caracterizou como empresa de capital nacional, apresentando um significativo crescimento em sua produção, na diversificação de seus produtos assim como na incorporação ou aquisição de outros parques industriais no país. Isso pode ser constatado pela necessidade de criação, em 1991, de uma holding para tratar dos assuntos estratégicos de todas as empresas do grupo.

A produção industrial da Empresa, da sua criação até os dias de hoje, passou por diversos estágios, desde a confecção quase artesanal dos primeiros anos até o acesso, em 1992, à avançada tecnologia japonesa nos setores de refrigeração e eletrônica de consumo. A sua multinacionalização acionária começou em 1994, quando pequena parcela de suas ações representativas do capital social foram vendidas a um grupo multinacional sueco, que acabou por incorporá-la totalmente em 1996. O grupo comprador é atualmente o líder mundial no mercado de eletrodomésticos e compreende mais de 500 companhias em 60 países. Além da produção de eletrodomésticos e de linha branca, controla ou tem participação em empresas de telecomunicações, do setor automotivo, elétrico, farmacêutico, informática, finanças, etc.

A unidade fabril investigada tinha, na época da pesquisa, cerca de 950 funcionários que trabalhavam na produção direta de refrigeradores e freezers de diversos modelos<sup>18</sup>. Na produção industrial propriamente dita, outros 300 desempenhavam funções consideradas de administração ligadas à produção, junto a departamentos de engenharia e de concepção de novos produtos, laboratórios de pesquisa e controle de qualidade. Além desses, a Empresa também contava com outros 800 servidores ligados à administração e comercialização dos produtos, totalizando cerca de 2000 funcionários<sup>19</sup>.

A sua atividade principal é a montagem de refrigeradores e freezers, sendo que partes do mesmo, tais como moto compressor e termostatos são fornecidos por outras empresas. As peças de plástico, entretanto, são produzidas na própria Empresa e desempenham um importante papel no chão da fábrica, pois parte significativa dos refrigeradores é constituída por peças cujas formas são obtidas por injeção ou termoformagem<sup>20</sup> desse material.

---

bre Reestruturação Produtiva e Educação do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná.

<sup>18</sup> Em números aproximados, a distribuição de funcionários da Empresa por setor da produção era a seguinte: diretor: 2; gerente de manufatura: 3; engenharia de segurança: 7; engenharia de fábrica: 87; termoformagem: 19; espumação: 21; injetoras: 95; pintura: 99; metalurgia: 68 e montagem e pré montagem: 604.

<sup>19</sup> Conforme fomos informados, o número de trabalhadores diretos poderia oscilar em função da demanda de produtos, mantendo-se quase inalteradas as quantidades de servidores ligados à administração direta e indireta.

<sup>20</sup> As máquinas termoformadoras (Rigo, Canon) são utilizadas para a produção dos gabinetes dos refrigeradores. Uma lâmina de plástico é aquecida e fica mole e flexível, sobre um molde do gabinete. Em seguida é feito vá-

Os processos desenvolvidos pela Empresa são basicamente de três tipos: metalurgia e preparação de perfis de aço, produção de componentes e montagem dos refrigeradores e freezers. Para efeito de organização interna, ela é dividida em duas mini-fábricas, denominadas Fábrica 1 e Fábrica 2. A Fábrica 1 tem uma série de máquinas antigas e na Fábrica 2, onde predominava o trabalho manual, houve incorporação de injetoras programáveis<sup>21</sup> (para produção de peças de plástico, tais como gavetas, acessórios de portas, etc..) e de equipamentos automáticos para troca de ferramentas.

Entretanto, no período em que mantivemos maior contato com a Empresa, algumas mudanças de ordem organizacional e tecnológica, em função da política de reestruturação e reengenharia decorrente da então recente mudança de controle acionário estavam acontecendo. De um quadro tipicamente taylorista/fordista, com estrita divisão e prescrição de tarefas, estava-se passando gradativamente para um sistema mais flexível, no qual os funcionários fazem rodízio em diversos postos de trabalho em cada setor. Também em função da reorganização industrial, houve terceirização de setores da produção, tais como a usinagem e também da fabricação de alguns componentes.

A incorporação dessas novas tecnologias, porém, têm acontecido de forma seletiva e parcial, não muito diferente do que tem caracterizado a modernização tecnológica da indústria brasileira em geral, pois equipamentos bastante modernos estão convivendo com maquinário convencional e mesmo em alguns setores importantes da produção há realização de trabalho manual, auxiliado apenas por ferramentas e instrumentos. Essa convivência do novo e do velho na produção não revelou a necessidade de "substituição" de um determinado tipo de qualificação para o trabalho por outro, pois, ao mesmo tempo que estava havendo exigências de novas qualificações, específicas para a operação das máquinas modernas, as velhas exigências, características dos padrões tayloristas-fordistas de produção para outras máquinas, também estavam presentes.

Essas alterações em diversos processos de produção, tendendo para a automatização e controle computadorizado das operações, têm sido acompanhadas de outras ações voltadas para a organização de produção, de controle de estoques e de melhoramento de produção,

---

cuo e a lâmina é puxada para dentro do molde. Há um ligeiro resfriamento, o molde é baixado e o plástico, terminando seu resfriamento, assume o formato do molde.

<sup>21</sup> As injetoras são máquinas que fazem peças e acessórios plásticos. Elas são alimentadas por plástico sólido granulado que, por aquecimento, adquire um estado pastoso. Em seguida, essa pasta é injetada, sob grande pressão, nos moldes da peça que se deseja fazer. Finalmente, após um rápido período de resfriamento, a peça é retirada, dela são retiradas as rebarbas de plástico e, se atingir um determinado nível de qualidade, ela é considerada pronta.

tais como Kanban, 5 S, Kaizen, e de uma série de ações decorrentes do processo de certificação com as normas ISO 9000.

Apesar dessas modificações não estarem sendo tão intensivas, sob o aspecto do perfil da mão-de-obra empregada tem havido uma significativa tendência de aumento da exigência de escolarização. Visando proporcioná-la aos seus funcionários, a Empresa mantém uma escola, que até o ano de 1995 ofertava cursos supletivos de 1º grau, escolaridade considerada suficiente para o desempenho das funções industriais. Entretanto, a partir dessa data, com a elevação da escolaridade para contratação, o nível de estudo ofertado pela Escola passou a ser o 2º grau.<sup>22</sup>

Durante o período em que desenvolvemos o trabalho de campo na Empresa, pudemos observar alguns dos efeitos provocados pelas diversas mudanças em sua organização combinados com a retração do mercado consumidor dos produtos por ela fabricados. Ao mesmo tempo em que se buscava o aumento da produtividade com a modernização das máquinas, uma retração do mercado estava motivando uma diminuição significativa na sua produção e provocando sucessivas férias coletivas dos empregados, chegando ao ponto de alguns setores ficarem desativados por cerca de 90 dias, por baixa na produção.

Essa situação, apesar de ter criado algumas dificuldades no andamento da pesquisa, serviu-nos para mostrar a realidade da indústria no seu embate com o mercado consumidor e com a concorrência em tempos de globalização. Pudemos perceber *in loco*, nos claros dos postos de serviço ao longo da linha de produção e na movimentação dos empregados remanescentes para desempenhar múltiplas funções, um dos verdadeiros sentidos para as palavras flexibilização e reengenharia.

Pudemos também perceber de perto que a crise de consumo e de mercado se reflete no setor mais sensível da indústria, que é o emprego. É interessante destacar aqui a situação vivenciada por um de nossos primeiros entrevistados: realizada a entrevista com os responsáveis pelo Setor de Recrutamento de Pessoas em dezembro de 1997, quando do nosso retorno no final de janeiro, após as férias coletivas, soubemos que o mesmo havia sido dispensado. Durante esse período crítico, não pudemos ter acesso ao piso da fábrica e só conseguimos retomar nossa pesquisa em agosto de 1998.

---

<sup>22</sup> Informações mais recentes nos dão conta de que a Escola da Empresa encerrou suas atividades no final do ano de 1999, quando foi atingida a meta de escolaridade equivalente ao Ensino Médio para a maior parte dos funcionários.

## 2.2 Os instrumentos de coleta de dados

Os dados da pesquisa foram obtidos através da aplicação de **questionários** e de **entrevistas** semi-estruturadas realizadas com os funcionários da Empresa estudada.

Num primeiro contato com o funcionário, era-lhe entregue uma carta de apresentação (**Anexo 6 c**), explicados os objetivos da pesquisa e solicitada sua concordância em participar do trabalho. Em caso afirmativo, o questionário era entregue, orientado o seu preenchimento e marcada a data da entrevista.

Todos os procedimentos de obtenção de dados foram previamente agendados e aconteceram na própria fábrica, em ambientes relativamente isolados acusticamente e livres de interferências de outras pessoas. As entrevistas foram gravadas e aconteceram nos mais diversos horários, pelo fato de a Empresa trabalhar em turnos. Basicamente, buscamos informações sobre:

- os assuntos escolares de Física dos quais os respondentes ainda se lembravam;
- a identificação e a percepção dos mesmos na sua atividade profissional;
- os conhecimentos requeridos para ingresso e treinamento na Empresa, assim como sugestões sobre a organização escolar de conhecimentos de Física.

Por ser um **questionário** extenso e que exigia esforço de memória para que fossem estabelecidas as relações entre o conhecimento escolar do funcionário e o que acontecia na sua atividade profissional, o mesmo era entregue ao respondente em média uma semana antes da realização da entrevista. Isso permitia que eles tivessem melhores condições de respondê-lo.

Através da aplicação do questionário (**Anexo 7 a**) pretendia-se identificar os conhecimentos de Física utilizados pelos respondentes no exercício de sua atividade profissional, e ainda, qual o papel desempenhado pela Física escolar na sua formação profissional.

Nesse instrumento de coleta de dados eram solicitadas as seguintes informações:

1. identificação:
  - dados pessoais e funcionais: nome, idade, tempo de contrato na Empresa, setor de trabalho e função;
  - dados escolares: nível de estudo, nome da escola e natureza do ensino realizado e o ano de conclusão;
2. descrição sucinta das atividades exercidas na Empresa;

3. identificação, tomando como referência apenas a memória, dos assuntos de Física aprendidos na escola e dos quais o respondente conseguia se lembrar pela sua utilização no exercício de suas atividades;
4. identificação, dentre aqueles presentes numa listagem dos assuntos escolares de Física usualmente propostos para a escola de Ensino Médio, daqueles que o respondente conseguia se lembrar pela utilização no exercício de suas atividades. Essa era a parte mais extensa, com 8 páginas. Para cada assunto, deveria ser identificado se o mesmo estava presente (*sim - não - não sei*) e em caso afirmativo, com que intensidade (*pouca - média - grande*). Além disso, numa outra coluna solicitava-se se *seria ou não útil* saber aquele conteúdo;
5. solicitação de registro de algum conhecimento considerado significativo que não tivesse sido listado; e
6. solicitação de uma justificativa para o fato da indicação de alguns assuntos considerados úteis e de interesse, apesar de não terem sido registrados como presentes nas atividades profissionais.

Além dos questionários, foram realizadas **entrevistas** com funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas (uma) e também com os demais funcionários participantes da investigação (trinta e cinco), cujos roteiros são apresentados nos **Anexos 7 b** e **7 c**, respectivamente.

Na entrevista junto aos responsáveis pelo Serviço de Recrutamento de Pessoas da Empresa, buscava-se identificar os requisitos de ordem comportamental e de conhecimento, principalmente de Física, solicitados pela Empresa para as funções que exigiam escolaridade equivalente ao Ensino Médio e Superior. Procurou-se identificar essas funções e as razões que justificavam as exigências, assim como se elas têm se modificado no tempo e em caso afirmativo, o porquê dessas modificações. Além disso, procurou-se identificar os conhecimentos de Física considerados necessários para a seleção e os canais que porventura a Empresa mantinha com as escolas, visando troca de informações a respeito de suas necessidades de formação de pessoas. Finalmente, foram também solicitadas informações a respeito dos cursos de treinamento e demais mecanismos de qualificação adotados pela Empresa para os funcionários recém contratados e os já em serviço, assim como os conhecimentos de Física presentes nestes cursos.

Nas demais entrevistas, buscou-se identificar, junto a profissionais que estavam desempenhando alguma função junto à produção, quer seja como gerente, supervisor, engenheiro, técnico ou operador de máquina, quais conhecimentos de Física eles percebiam que

eram utilizados no exercício de sua função, qual o papel desempenhado pela Física na sua formação profissional e que sugestões os mesmos dariam para o ensino escolar atual de Física. Na entrevista foram abordadas questões relativas:

- às lembranças escolares do entrevistado, principalmente as relacionadas ao aprendizado de Física;
- à Física presente ou percebida na operação de máquinas, no exercício de sua função ou no processo produtivo da Empresa e o papel da Física aprendida na escola para a compreensão dessas atividades;
- às exigências de conhecimento, principalmente de Física para a operação de equipamentos que utilizam alta tecnologia na sua operação;
- aos conhecimentos de Física exigidos para a contratação e aqueles presentes nos cursos de requalificação e treinamento;
- à Física proposta para ser ensinada na escola, solicitando sugestões de conteúdos e formas de abordagem dessa disciplina para uma hipotética reorganização de um programa de Física.

Convém registrar que na realização das entrevistas procuramos estar atentos às funções hierárquicas assumidas na Empresa pelos entrevistados, por entendermos que há uma estreita relação entre a posição hierárquica ocupada e o conteúdo/significado de suas declarações.

### **2.3 Os procedimentos de coleta e tratamento das informações**

Estabelecidos os contatos e definidos os instrumentos de investigação, a seqüência de atividades desenvolvidas na Empresa, para coleta dos dados, foi a seguinte:

1. Realização de uma entrevista com os responsáveis pelo Serviço de Recrutamento de Pessoas, responsáveis pelo encaminhamento dos processos de seleção e treinamento de funcionários, visando identificar os requisitos de ordem comportamental e de conhecimento solicitados pela Empresa para as funções que exigem escolaridade de nível médio e/ou superior.

2. Visita técnica à linha de produção, acompanhado por um funcionário responsável pela manufatura, visando entender o processo de fabricação da Empresa e observar as diversas máquinas em operação. Buscou-se também avaliar o grau de tecnologia incorporada às mesmas e as exigências para a sua operação. Através das observações e das explicações dadas, tivemos uma noção inicial de alguns conceitos de Física presentes no mecanismo e dos conhecimentos escolares necessários para a sua compreensão. Além disso também procuramos saber a quantidade de pessoas que trabalham em cada máquina e setor, assim como que tipo de organização é adotada na produção (ilha, linha, célula, etc).
3. Conversa gravada com três gerentes de manufatura da Empresa aos quais foram explicados os objetivos da pesquisa e os procedimentos que seriam adotados para a sua execução. Nessa conversa também foram melhor detalhados os próximos passos da pesquisa.
4. Realização de entrevistas individuais com os três gerentes de manufatura anteriormente citados, com a finalidade de identificar os assuntos de Física escolar aos quais eles tiveram acesso em sua formação e que foram julgados necessários ao desempenho de suas funções. Tendo sido as primeiras entrevistas aplicadas na Empresa, elas foram consideradas como de validação dos instrumentos a serem utilizados, motivo pelo qual observações feitas tanto pelos entrevistados como pelo entrevistador foram tomadas como referência para posteriores aperfeiçoamentos dos instrumentos.
5. Seleção e indicação, por parte desses gerentes, de funcionários de nível intermediário para entrevistas. Para esta indicação, solicitou-se que fossem dois funcionários por setor da manufatura da fábrica, sendo um com Nível Superior e outro com Ensino Médio. Dessa forma, foram indicados doze funcionários, sendo cinco supervisores, quatro técnicos e três engenheiros, distribuídos pelos setores de Manutenção, Montagem, Injeção de Plásticos, Pintura, Metalurgia e Engenharia de Processos e Produtos.
6. Realização de entrevistas com esses doze funcionários, buscando identificar os assuntos de Física escolar aos quais tiveram acesso em sua formação e que foram julgados necessários ao desempenho de suas funções.
7. Nova visita técnica às instalações da fábrica, agora sob orientação do responsável pelo Setor de Manutenção.
8. Seleção de funcionários com escolaridade equivalente ao Nível Médio e que desempenhavam funções de manutenção e de operadores de máquinas. A seleção desses operadores foi feita pelos seus supervisores, que já haviam sido entrevistados e que portanto conheciam a estrutura da investigação. Atenderam, entretanto, a critérios por nós estabelecidos. No caso de funcionários da manutenção, solicitamos que eles atuassem nos diversos

ramos de manutenção, a saber: elétrica, mecânica e eletrônica. Para os operadores, solicitamos que operassem máquinas com alta tecnologia incorporada. Alertamos, nesse momento, para que a escolha dos supervisores não recaísse apenas nos funcionários que eles julgassem mais destacados e que também contemplasse funcionários com diferentes tempos de casa. Nessa etapa foram então indicados seis funcionários da manutenção e catorze operadores que atendiam aos critérios apresentados.

9. Realização de entrevistas com os funcionários anteriormente indicados, buscando identificar os assuntos de Física escolar aos quais tiveram acesso em sua formação e que foram julgados necessários ao desempenho de suas funções. Convém registrar que, por diversas vezes, após as entrevistas desta etapa, por nossa solicitação, o funcionário nos levava até o seu posto de trabalho e nos explicava, junto à máquina, como era o seu trabalho, enriquecendo sobremaneira o seu depoimento.

Concluída a aplicação dos instrumentos para coleta dos dados brutos - questionários e entrevistas semi estruturadas - seguiu-se a etapa de tratamento das informações obtidas. Instrumentos de naturezas distintas, os questionários e as entrevistas exigiram tratamentos diferenciados das informações neles contidas, que serão a seguir descritos.

### **2.3.1 Tratamento das informações obtidas com a aplicação do Questionário**

O questionário (**Anexo 7 a**) era composto por 5 itens, sendo que nos de números 1, 2, 4 e 5 as perguntas conduziam a respostas abertas. A análise das respostas, portanto, obedeceu a técnicas e critérios normalmente utilizados para esses casos, exigindo sucessivas leituras e interpretações.

Entretanto, de forma diversa, o tratamento dispensado às respostas do item 3 do questionário, no qual os respondentes deveriam, a partir de uma lista de assuntos, identificar aqueles presentes na sua atividade produtiva, tomou como premissa de que estas deveriam ser considerados como dados qualitativos<sup>23</sup>. Dessa forma, e de acordo com Pereira (1999 : 21), mesmo sendo informações de caráter qualitativo, elas poderiam ser quantificadas.

Neste item do questionário, para cada um dos assuntos de Física listados solicitava-se que:

---

<sup>23</sup> De acordo com Pereira (1999 :21), o dado qualitativo é uma forma de quantificação do evento qualitativo que normaliza e confere um caráter objetivo à sua observação.

- fosse identificado se ele estava presente no processo produtivo, onde poderia ser respondido **sim**, **não** ou **não sei**;
- fosse identificado o nível de intensidade dessa presença (**pouca**, **média**, **grande**), e
- fosse indicado se seria útil ter acesso àquele conhecimento, mesmo que ele não estivesse presente no processo produtivo (**sim** ou **não**).

Considerando-se as respostas como dados qualitativos, pudemos atribuir valores às mesmas e estabelecer uma escala entre eles, pois ainda de acordo com Pereira (1999 : 55):

*"a criação de uma escala envolve o estabelecimento de premissas de relação entre atributos de um objeto e uma representação simbólica desses atributos. A escala atribui rótulos numéricos aos atributos e é arbitrada, definida, pelo pesquisador. Disto resulta que a fidedignidade da representação que os números fazem dos atributos é um juízo primário do investigador, o qual se apoia no seu conhecimento do objeto."*

A atribuição de valores foi feita pensando-se em construir, com as respostas dadas, uma escala ordinal, cujos valores obedeceriam uma escala similar à de Likert (Pereira, 1999 : 64-65; Gil, 1987 : 142-144; Selltitz, 1967 : 413-416). Operacionalmente, as respostas aos itens **Presente** e **Intensidade** foram consideradas como sendo apenas um conjunto denominado **Presença**, tendo em vista a possibilidade de quantificação entre a presença de um assunto e a sua intensidade. Os valores atribuídos às respostas foram os seguintes:

Ausente ou Não - 0

Presente com Pouca Intensidade - 1

Presente com Média Intensidade - 2

Presente com Grande Intensidade - 3

Às respostas **Sim** e **Não Sei** não foram atribuídos valores. A resposta **Sim** foi considerada subentendida no nível de intensidade de presença e a resposta **Não Sei** foi interpretada como não tendo valor semântico, pois não permitiu identificar mais informações sobre a natureza desse não conhecimento. Entretanto, à resposta **Não** foi atribuído valor **0** pelo fato dela ter significado, pois é indicativa de que quem respondeu o questionário tem conhecimento do assunto proposto e sabe que o mesmo não está presente. A atribuição de maiores valores às maiores intensidades de presença deveu-se ao fato de que em nossa pesquisa estávamos interessados em identificar os assuntos presentes; portanto, quanto maior presença, maior identificação com o nosso objetivo.

Por outro lado, os itens da coluna "Seria útil saber" constituíram-se como um conjunto denominado **Interessante Saber**, e às respostas foram atribuídos os seguintes valores:

Ausência de resposta - 0

Não - 1

Sim - 2

Nesse aspecto é interessante se esclarecer que a atribuição do valor 0 à ausência de resposta só foi feita nos questionários que apresentavam respostas em boa parte dos itens. Naqueles questionários em que foi sistemática a inexistência de respostas a esse item, essa ausência foi desconsiderada e não se atribuiu nenhum valor.

Resumindo essas considerações e aplicando esses valores no quadro básico do questionário, temos a seguintes situação:

Tópico	Assunto	Presença						Interes- sante Sa- ber	
		Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pou- ca	Mé- dia	Gran- de	Sim	Não
			0		1	2	3	2	1

Uma vez definidas estas condições, às respostas dadas no item 3 do questionário foram atribuídos os valores previamente estabelecidos e organizadas tabelas que indicavam a intensidade de "**Presença**" e se seria ou não "**Interessante Saber**" algum assunto específico para cada um dos grupos de funcionários da produção entrevistados.

Os valores atribuídos individualmente a cada assunto listado foram registrados em planilhas conforme o grupo do participante. Para cada assunto, foi calculada uma média aritmética dos valores atribuídos pelos participantes do grupo em questão (**SV, EP, TC, MN, OP**). Em seguida, foi feita uma média aritmética dos valores médios atribuídos pelo grupo para cada assunto, gerando um valor médio para cada tópico, por grupo. Esse tratamento estatístico gerou as tabelas presentes nos **Anexos 4 (a - b - c - d - e)**.

Na seqüência, para se ter informações sobre as respostas de todos os participantes, foi feita uma média aritmética dos valores médios por assunto e por tópico, por grupo, gerando as tabelas constantes no **Anexo 5 a**, que apresentam os tópicos e assuntos ordenados por intensidade de presença, tomando como referência as respostas de todos os participantes. Finalmente, buscando facilitar a comparação entre as respostas dos grupos, organizou-se uma nova tabela (**Anexo 5 b**), que apresenta, lado a lado, os valores médios dos tópicos, ordenados pela intensidade de presença, por grupo. Neste quadro, foram ressaltados os 20 (vinte) tópicos mais indicados, por grupo, além de anexar, a cada tópico, a sua posição em relação à tabela apresentada no **Anexo 5 a**.

## 2.4 Itens de análise

As análises dos questionários e entrevistas foram conduzidas de forma a explicitar:

- os conhecimentos de Física presentes no processo produtivo da Empresa investigada;
- os espaços de circulação desses conhecimentos;
- o significado e a importância desses conhecimentos tanto para os trabalhadores como para a Empresa;
- as percepções dos trabalhadores a respeito das práticas escolares relativas ao conhecimento de Física, e
- o papel da escolarização e do conhecimento de Física na obtenção e manutenção do emprego, para os diferentes grupos de entrevistados.

Para tanto, em cada um destes instrumentos buscou-se identificar as opiniões dos entrevistados a respeito dos seguintes itens:

- **assuntos:** referindo-se aos assuntos escolares de Física;
- **metodologias:** relacionadas com as práticas escolares ou profissionais relatadas ou sugeridas pelos entrevistados;
- **espaços de conhecimento:** relativos à descrição dos espaços onde acontece ou aconteceu a apropriação dos conhecimentos de ciência e de Física;
- **atores:** procurando explicitar os responsáveis ou os que influenciaram as tomadas de decisão dos entrevistados a respeito de suas opções de escolarização, aprendizado ou de trabalho;
- **existência:** que explicitam a existência de conteúdos de Física presentes ou necessários no processo industrial, tanto para o acesso como a manutenção do emprego, e
- **importância:** relativas às declarações de importância do conhecimento escolar de Física para o desempenho de atividades profissionais

## 2.5 Os participantes da pesquisa

Ao final de nosso trabalho de campo, tínhamos realizado uma entrevista com funcionários responsáveis pelo Serviço de Recrutamento de Pessoas e aplicado questionários e realizado entrevistas com outros trinta e cinco funcionários ligados diretamente à produção da Empresa. Com relação aos instrumentos aplicados junto a estes últimos, optamos por desconsiderar, nas nossas análises, os questionários - e não as entrevistas - aplicados aos três primeiros funcionários, por terem aqueles sido considerados de validação e pela necessidade de introdução de modificações significativas apenas no primeiro instrumento após a sua aplicação. Dessa forma, para efeito de tratamento das informações, foram consideradas 36 entrevistas e apenas 32 questionários, distribuídos nos seguintes grupos:

- recrutamento de pessoas (**RP**) - 2 pessoas (numa única entrevista)
- gerentes (**GE**) - 3 pessoas
- supervisores (**SV**) - 5 pessoas
- engenheiros de processos e produtos (**EP**) - 3 pessoas
- técnicos (**TC**) - 4 pessoas
- manutenção (**MN**) - 6 pessoas
- operadores (**OP**) - 14 pessoas

A **Tabela 1** apresenta algumas informações que contribuem para caracterizar os participantes da pesquisa:

**Tabela 1**  
**Caracterização dos participantes da pesquisa**

Grupo	Identificação	Sexo	Idade (anos)	Tempo Empresa (anos)	Escolarização			
					Ensino Médio		Ensino Superior	
					Curso	Concl.	Curso	Concl.
RECR. PES.	RP1	M	34	4	Téc.Mec.	1982	Psicologia	?
	RP2	F	32	6 m.	?	?	Psicologia	?
GERENTES	GE1	M	42	5	Téc.Mec.	1975	Eng.Mec.	1984
	GE2	M	48	3	Téc.Metal.	1969	Eng.Mec.	1974
	GE3	M	40	3	Proped.	1975	Eng.Mec.	1980
SUPERVISORES	SV1	M	33	11	Téc. ELT.	1983	ProcDados	1999
	SV2	M	32	11	Téc. Mec.	1989	Cienc.Econ	2000
	SV3	M	32	12	Téc. Mec.	1988	Cienc.Econ	1994
	SV4	M	33	4	Propedêut.	1981	Eng.Quím.	1989
	SV5	M	38	12	Téc. Mec.	1982	ProcDados	1996
ENGA. PROC. PROD.	EP1	M	41	2	Téc. Mec.	1978	Eg.Ind.Mec	1993
	EP2	M	34	10	Téc. Cont.	1981	Eng. Mec.	1988
	EP3	M	29	1	Téc. Mec.	1987	Eng. Mec.	1995
TÉCNICOS	TC1	M	21	4,5	Téc. Mec.	1995	Adm.Emp.	1999
	TC2	M	26	7	Téc. Quím.	1996	Quim.Ind.	2000
	TC3	M	21	3,5	Téc. Mec.	1995	Adm.Emp.	1999
	TC4	M	31	11	Téc. Mec.	1995		
MANUTENÇÃO	MN1	M	28	1,5	Téc. ELN	1990	Eng.Mec.	2001
	MN2	M	39	10	Supl./Senai	1998		
	MN3	M	29	7	Téc. ELT	1986	Adm.Mark.	2001
	MN4	M	24	2	Téc. ELT	1999		
	MN5	M	33	4	Téc. Mec.	1985		
	MN6	M	31	9	Supl./Senai	1990		
OPERADORES	OP1	M	19	1 mês	Téc. Ind.	1997		
	OP2	M	35	4	Prop./ Tec.	1998		
	OP3	M	25	6	Téc. Cont.	1991		
	OP4	M	41	14	Supletivo	1978		
	OP5	M	30	4	Proped.	1989		
	OP6	M	25	4	Proped.	1990		
	OP7	M	34	5	Téc. Cont.	1984		
	OP8	F	27	2	Magist.	1989		
	OP9	M	27	2	Téc. Adm.	1994		
	OP10	F	20	4	Supletivo	1997		
	OP11	M	28	3,5	Supletivo	1998		
	OP12	M	32	10	Supletivo	1995		
	OP13	M	38	14	Supletivo	1996		
	OP14	M	30	10	Supletivo	1994		

Extraídos do quadro anterior, temos os seguintes indicadores de média de idade, tempo de serviço na Empresa e idade média por grupo:

**Tabela 2**  
**Indicadores de idade e tempo de serviço dos participantes**

<b>Grupo</b>	<b>Quantidade de participantes</b>	<b>Média de Idade (anos)</b>	<b>Tempo médio de serviço (anos)</b>	<b>Tempo de serviço (anos)</b>
<b>Recr. Pessoas</b>	2	33	2,3	Entre 0,5 e 4
<b>Gerentes</b>	3	43	3,7	Entre 3 e 5
<b>Supervisores</b>	5	33,6	10	Entre 4 e 12
<b>Eng. Produtos</b>	3	34,7	4,3	Entre 1 e 10
<b>Técnicos</b>	4	24,8	6,5	Entre 3,5 e 11
<b>Manutenção</b>	6	39,1	5,6	Entre 1,5 e 10
<b>Operadores</b>	14	29,4	7,5	Entre 2 e 14

Uma análise dos dados anteriores, aliada às informações prestadas pelos funcionários entrevistados<sup>24</sup> e às observações realizadas durante o processo de pesquisa de campo, permite que se façam algumas considerações a respeito das características dos grupos pesquisados.

Apesar do contato com os funcionários do **Serviço de Recrutamento de Pessoas** ter acontecido apenas durante a entrevista, pode-se perceber que, para essa função, o que mais conta é a qualificação no tipo de serviço e a experiência, não obrigatoriamente na própria Empresa. Ambos os entrevistados têm formação acadêmica em área compatível com a função e relataram ter experiência em outras empresas. Por serem responsáveis pelo encaminhamento dos processos de seleção de funcionários, mantêm uma estreita ligação com outros setores, tanto da produção quanto da administração, para poderem implementar a política de contratação e treinamento da Empresa.

Algo semelhante acontece com o grupo que denominamos de **Gerentes (GE)**. No processo industrial, eles são responsáveis pela política de produção da Empresa, controlando o seu fluxo e procurando mantê-la sempre adequada à demanda estipulada pelos setores comerciais da Empresa. Desempenham, portanto, funções administrativas e de gerenciamento de pessoas, tendo alguns supervisores sob sua responsabilidade direta e às vezes mais de uma centena de trabalhadores sob responsabilidade indireta. São pessoas de mais idade, com formação de engenharia, porém, nem sempre com muito tempo na Empresa e que trazem para o

<sup>24</sup> O **Anexo 2** apresenta, em resumo, a identificação e a descrição da função dos entrevistados, além de outras informações ligadas a assuntos escolares de Física.

exercício de sua função toda a experiência acumulada em diversos empregos anteriores, conforme se pode depreender desses depoimentos:

*GE3. Eu trabalhei 15 anos na XXX Eletrodomésticos. Fiz uma carreira lá. Demorei um pouquinho, no meu ponto de vista atual. Eu deveria, talvez, ter diversificado um pouco os conhecimentos neste meio tempo. Tem gente que fala assim que de 5 a 6 anos numa empresa, a gente meio que encosta a ... Dependendo da carreira que você possa ter dentro da Empresa, às vezes você... você conhece outras coisas. Mas é, eu saí de lá até para novos desafios, eu já tinha feito toda uma carreira lá. Saí como gerente de lá, de produção e vim prá cá até pra ter novos desafios.*

---

*GE1. Com certeza, comecei trabalhando primeiro como engenheiro fazendo um estágio na XXX, em Toledo, um estágio na refrigeração, nos barracões, eu trabalhava com carnes, etc., depois eu trabalhei um ano na YYY Eletrodomésticos, o meu gerente era o Cláudio, que você acabou de entrevistar.*

*P. Sei, ele falou...*

*GE1. Depois eu passei a trabalhar, na KKK, fiquei três anos e meio na KKK, indústria de plásticos.*

*P. Sempre na área de mecânica?*

*GE1. Sempre na área de mecânica. E aí, na XXX, eu passei pela YYY, depois que fui a KKK, depois da KKK eu fui a ZZZ, empresa de balanças sempre na área de mecânica, eu fiz uma, tive um conhecimento bom lá nessa empresa, uma empresa de argentinos, eu fazia toda a parte de supervisão de produção e manutenção, aonde eu aprendi bastante a parte de construção, foi uma coisa bem interessante, e aí trabalhei na WWW do Brasil, empresa americana que trabalhava com raspador de correia, alinhadores de correia, é um negócio interessante o trabalho também, que nacionalizou bastante aquele equipamento. Tinha estrutura, praticamente, era estrutura toda da empresa, depois da WWW eu vim para cá e aqui estou já há sete anos.*

---

*GE2. Eu era chefe de departamento por opção, para poder me sustentar, não tinha nada a ver com mecânica. Depois disso, aí sim, na época era metalúrgica XXX, que chamava, eu trabalhava na área de projeto de bombas hidráulicas, em Joinville também. E depois da metalúrgica XXX, eu fui para a YYY, de Guaramirim, que faz parte do grupo da KKK, tocando manutenção na fábrica. Aí realmente eu entrei, depois eu fui para a ZZZ, onde trabalhei 14 anos, até 95, quando vim para cá. Na XXX, sempre na área de engenharia industrial, projetos layouts, enfim, essas coisas.*

---

As atividades dos **Supervisores (SV)** na Empresa estão ligadas à supervisão e coordenação do trabalho de outras pessoas, principalmente montadores e operadores, quer seja na produção ou na manutenção. Eles estabelecem um contato mais direto entre a gerência do seu setor de atividade, a quem estão subordinados, e os trabalhadores da produção, a quem coordenam. Desempenham, portanto, uma função de intermediação entre os interesses da

produção, que muitas vezes coincidem com os da Empresa, e os dos funcionários, responsáveis pela operação das máquinas que vão dar conta dessa produção. No rol de suas responsabilidades mais diretas com os operadores e montadores, incluem-se atividades tais como organização de escala de atividades, seleção para promoção ou dispensa, além da realização de cursos de treinamento. Suas responsabilidades extrapolam o contato com a produção, pois são encarregados de algumas previsões orçamentárias e acompanhamento de ações de certificação ISO. Praticamente são todos técnicos industriais e têm um elevado tempo de serviço na própria Empresa (média de 10 anos), que, quando comparado com as idades pessoais, sugere pouco tempo de atividade em outros empregos. Esses dados permitem inferir que se formaram profissionalmente na Empresa, o que talvez tenha-lhes permitido conhecê-la com mais detalhes, o que pode ter se constituído em um fator que lhes possibilitou ascender à função de supervisor. Além disso, em termos de continuidade de estudos, todos eles já têm ou estão fazendo curso superior. Entretanto, com exceção de um deles que é engenheiro químico - coincidentemente o de menor tempo de serviço na Empresa - todos os demais estão se envolvendo com cursos superiores voltados para a Administração e não para a parte técnica. Justificam assim suas opções:

*SV2. Há onze anos que eu trabalho na Empresa, há oito que eu me formei no Cefet. Então surgiu a oportunidade, estava no sexto período, o gerente atual, chegou e disse: tenho uma oportunidade para você ser supervisor só que tem que ter um curso técnico, eu sei que você não tem, mas eu te dou um prazo de um ano para você terminar o curso, terminar o teu ensino. .... Eu tinha matéria de manhã, à tarde e à noite, para eu poder cumprir e permanecer no cargo e consegui.*

*P. E a Empresa ajeitando tudo, o trabalho na Empresa?*

*SV2. ... Terminei o Cefet e foi o que me levou. Então eu já parti na área administrativa, de supervisor, não é, na época. Então meu próximo curso seria uma engenharia, administração, em segundo economia, não é. Engenharia ficou difícil por causa do horário. (...) então já não resta mais nada, ou é Administração ou é Economia. Tentei Administração, não passei. Tem que ter um curso superior. O curso que me levou mais, nessa área administrativa, realmente, foi a economia da FAE, onde eu faço hoje. É voltada para área industrial, a da Federal já é voltado para a área pública não é, então eu preferi justamente a FAE, que é na área industrial.*

---

*P. No lugar de Economia né? Mas tá legal. Agora em termos de, da função que você desempenha, o curso que você está fazendo, como é que ele,...*

*SV3. É, o curso de Economia, ele, ele entra bem, nessa parte de Humanas ele abrange bem.*

*SV3. Então é uma coisa, que, digamos assim, tem, tem relação né, não seria Administração de Empresas, seria mais focado ainda. Mas Economia tem uma boa base, principalmente na parte de custos, já dá pra dar uma puxada maior ainda né.*

---

*P. Você acabou fazendo o terceiro grau no SPEI, em processamento de dados.*

*SV5. Em processamento de dados.*

*(.....)*

*P. Você poderia ter optado por algum outro curso nessa área técnica?*

*SV5. Basicamente, também por causa, o nosso caminho dentro da Empresa, dentro de um caminho de uma indústria a parte muito, a parte também de processamento, essa parte de processamento, de micro processamento a parte do C.L.P. isso ia me ajudar muito também aqui dentro, como parte da vida profissional.*

*P. Nessa época você já estava trabalhando como supervisor, daí foi em função da...*

*SV5. Era um suporte a mais para dentro do ramo de atividade que a gente desenvolve aqui dentro.*

Os entrevistados do grupo de **Engenharia de Processos e Produtos (EP)** eram todos engenheiros (mecânicos ou industriais) e suas atividades estão ligadas ao desenvolvimento de projetos de novos produtos e de processos de produção, o que faz com que sua atenção esteja voltada, por um lado, para as exigências do mercado consumidor e por outro, para as condições reais de produção da indústria. Considerando que desempenham funções típicas da engenharia, em geral não mantém um contato mais direto com a produção propriamente dita. Dentre as suas funções também se incluem a busca de otimização de processos e produtos visando a diminuição de custos e o acompanhamento de ações de certificação ISO. Para este grupo, assim como para o de Recrutamento de Pessoas, concluímos que o que conta é a formação escolar e o conhecimento científico e técnico, adquirido na própria Empresa ou em empregos anteriores, o que podemos inferir comparando os dados referentes ao tempo de casa com a data de conclusão do curso superior que os habilitaria ao desempenho da função para a qual foram contratados.

A análise dos dados do grupo dos **Técnicos (TC)** indica que suas atividades estão fortemente ligadas ao processo industrial (a maior parte é técnico em mecânica), exercendo-as no acompanhamento dos processos presentes nas montagens e na operação de máquinas, sem, no entanto, se envolver nas questões que dizem respeito aos montadores e operadores, tendo em vista que sua preocupação maior está ligada à busca de melhoria da qualidade com redução de custo. Eventualmente, entretanto, participam de atividades de treinamento para os montadores e operadores. Comparando as idades desses funcionários com o tempo de serviço, pode-se inferir que alguns tiveram na Empresa o seu primeiro emprego, contratados como estagiários ou recém formados. Excetuando-se o técnico de mais idade, todos estão fazendo cursos superiores voltados para a área de Administração, da mesma forma que o grupo de supervisores. Foge a esse encaminhamento a opção de estudos superiores do técnico em química, que está fazendo um curso voltado à sua área técnica. Talvez este seja um indicativo de que

nesta Empresa temos processos produtivos que exigem formação de naturezas distintas: a montagem e produção em geral, que requer conhecimento técnico e administração de pessoas, e a pintura, que solicita um conhecimento técnico mais apurado, conforme se pode depreender destas falas:

*P. E depois, agora você está fazendo administração.*

*TC1. Aí o enfoque já mudou um pouco né, eu comecei a trabalhar efetivamente na profissão, na função antes de terminar o CEFET e me identifiquei muito bem com um determinado trabalho dentro da Empresa, né, uma determinada função, que é muito mais administrativa do que técnica. Só que eu preciso ter o conhecimento técnico para poder administrar. Então, eu não posso dizer que seria a conciliação do técnico e do administrativo. Me identifiquei muito com este tipo de trabalho, dentro da Empresa, e se um dia eu vier a não trabalhar mais aqui, vou procurar outro emprego nesta mesma atividade. Gosto muito do trabalho e é por isso que eu optei pela administração. Foi conscientemente. A entrada já foi mais direcionada.*

---

*P. E agora, em termos de terceiro grau?*

*TC3. (...) Eu penso assim, o conhecimento técnico não é... é óbvio que você fazendo uma engenharia, você vai ter um conhecimento técnico mais apurado, mais refinado, pode atingir essas áreas técnicas aí como: produtos novos, coisas assim, você consegue chegar nessas áreas mais fácil. Mas eu, como comecei a perceber que além do conhecimento técnico e da parte técnica, que eu gosto, eu gosto muito da parte gerencial, de recursos organizacionais, de pessoas, eu gosto muito dessa parte. Então eu procurei fazer, eu fui para a administração de Empresas para que, para combinar o conhecimento técnico com o conhecimento organizacional, gestão de pessoas, de recursos, coisas assim, que é uma área que eu pretendo alcançar. (...)*

*P. Certo, então de certa forma nesse momento você está mais voltado para a área de gestão do que para a área de produção?*

*TC3. (...) Então hoje, se você me perguntar, se você está fazendo algum curso técnico, para desenvolvimento técnico, algum curso, eu respondo que não. Eh... o que eu faço, é o que aparece... a oportunidade de uma empresa, que a gente pega e faz. Agora eu, procurando fora da Empresa, conhecimentos técnicos, no momento, eu não estou.*

---

*TC2. (...) Depois trabalhei no fosfato para tratamento. E fui tendo esses conhecimentos, e dentro da Empresa fui tendo conhecimento de metalurgia, mecânica, a linha de montagem,... enfim eu fui tendo esse conhecimento e aí foi o que me levou a fazer o curso técnico, porque eu comecei a gostar, na época, não é. Gostar da parte química,... eu olhava, pensava, metalurgia não me agradava muito, e eu gostei demais da Galvânia quando eu trabalhei na pintura,... daí fui fazer um curso técnico. (...) Então nós tínhamos poucos engenheiros na época, e a fábrica praticamente era administrada, era comandada na parte de produção por técnicos. Isso me fez também, não é, me aguçou a uma vontade muito grande. Então eu fiz o teste seletivo no IPE na época, passei, não é. Fiz os três anos, porque eu já tinha um segundo grau, não é. E fiz três anos,... todas as matérias técnicas lá. Continuo na área em que eu ingressei. É óbvio que a Galvânia não existe mais, não é, a galvanoplastia nós não temos mais, mais eu fiquei daí com a parte de fosfatização, até tratamento de superfície metálica.*

*P. Depois você continuou na .... na mesma linha?*

*TC2. (...) o curso superior (...) em química industrial da PUC (...) ele traz muitas matérias de continuidade do curso técnico do instituto politécnico, não é. Como por exemplo: físico química, química orgânica, química analítica quantitativa, química analítica qualitativa,... isso tudo é seqüência. Aí eu falei, isso é ótimo, então é... é esse curso que eu vou continuar, afinal de contas eu continuo na área de pintura e fosfatização, eu gosto do que eu faço, é,... eu dei continuidade daí. Eu terminei o meu curso de técnico, e já ingressei na universidade.*

As atividades do grupo de Manutenção (MN), responsável pela manutenção corretiva e preventiva dos sistemas elétricos, mecânicos e hidráulicos das máquinas da Empresa, se resumem àquelas típicas de sua função. Sobre eles não recai nenhuma responsabilidade de treinamento nem de transmissão do seu conhecimento. Entretanto, pudemos observar que eles a exercem, mesmo de maneira informal, explicando e respondendo às dúvidas e interrogações dos operadores que acompanham os serviços de manutenção corretiva nas máquinas. Na hierarquia da Empresa, eles se subordinam ao supervisor de manutenção e não têm ninguém a eles subordinados. São todos do sexo masculino e o que os habilitou para a função foi o fato de serem técnicos industriais ou terem realizado cursos no SENAI e terem experiência no trato com máquinas, seja no seu aspecto mecânico ou elétrico. Chama a atenção, nesse grupo, a escolaridade dos funcionários com maior tempo de casa, obtida através de cursos supletivos de segundo grau. Ela responde à exigência de escolarização formal por parte da Empresa, pois os mesmos já haviam se qualificado através de cursos do SENAI e desempenhavam a função de manutenção antes da existência deste requisito. Por outro lado, há dois integrantes deste grupo que estão fazendo cursos superiores, um na área de Marketing e outro na área de Engenharia Mecânica. Entretanto, ambos estão com os olhos voltados para a administração e não para o processo produtivo, pois vêem o estudo como uma forma de chegarem a um posto de gerência ou supervisão. A respeito dessa opção, são significativas as suas falas:

*MN3. Isso, para o futuro. A minha intenção seria fazer engenharia na mesma área elétrica, não é, ... devido a impossibilidade de estar muito longe, não é, daí eu optei para administração, talvez até um dia eu posso ser um supervisor aqui mesmo na Empresa, não é. Também da manutenção, pelo fato de eu ter um terceiro grau.*

---

*MN1. Porque eu já cursava economia, né, eu cheguei a fazer dois anos,... também eu já adquirei um padrão de vida, onde eu já tenho umas certas coisas encaminhadas, para mim começar na área de economia, é... o estágio era muito barato, tem muitos estágios por duzentos e cinquenta e trezentos reais, então fica difícil você, reiniciar, não é,... e a engenharia possibilita você ter um estágio melhor remunerado. Não morro de amores por engenharia, eu tenho facilidade por raciocínio lógico, não é,... então já fica dentro do que eu estava fazendo,... Não escolhi engenharia eletrônica porque, nem telecomunicações, porque o mercado é grande e você tem uma perda de conhecimento muito rápido que eu senti também na parte técnica, eu*

*fiz eletrônica... você perde muita coisa com o tempo. E a engenharia mecânica e-la,... tem padrão maior, onde você pode encaminhar até para área administrativa, até para a área gerencial, mais espaço. Pelo que eu observei por pessoas conhecidas,... pela intenção é caminhar mais rápido para esse lado. Não me envolver com projetos e esse tipo de coisa... mais para área administrativa,... para esse lado.*

O grupo mais numeroso da fábrica e da nossa amostra constituiu-se de **Operadores de máquinas (OP)** dos diversos segmentos da indústria. Hierarquicamente, eles estão na base da organização da produção da Empresa, acima apenas dos montadores. São vinculados a um supervisor da área e uma de suas grandes preocupações diz respeito à qualidade do produto que fabricam, fator de avaliação de seu desempenho. Todos eles têm escolarização equivalente ao Ensino Médio, chamando a atenção, entretanto, a natureza dessa escolarização. Seis deles fizeram cursos supletivos, dentre os quais aqueles com maior tempo de casa. Destes, cinco fizeram este curso a partir de 1994, período que coincide com as primeiras iniciativas da Empresa em se tornar multinacional, o que denota mais uma vez a existência da exigência formal de estudos. Por outro lado, nenhum deles está fazendo curso superior e poucos têm prestado exames vestibulares. Algumas transcrições das suas falas registram as suas preocupações com os estudos:

*OP11. É, eu parei na 5ª série, não havia concluído ela. Daí quando estava com 22 anos, foi agora em 92, eu voltei. Daí conclui o 1º grau, logo que eu entrei aqui, uma das exigências era que eu continuasse a estudar e então eu continuei, aí conclui o 2º grau agora.*

*P. Por que eles exigiram 2º grau?*

*OP11. Eles exigem de todo mundo, quer dizer, tem que estar em constante aprendizado, não pode parar, sempre está precisando de uma coisa, de outra, então eles exigem da gente.*

*P. Então de certa forma a gente pode ... são algumas das razões que te levaram a estudar?*

*OP11. Hum, hum.*

---

*P. Está parado, mas, entre, o primeiro grau e o segundo grau você ficou parado um tempão, como é que é?*

*OP13. Fiquei dezessete anos.*

*P. Dezessete anos. Você terminou...*

*OP13. Terminei o primeiro grau e...não tinha mais...hum...a gente sossegou porque não exigia mais né. Pra quem está trabalhando não exigia mais o estudo né, Então a gente sossegou, né, daquilo. Né.*

---

*P. Tá. Porque você resolveu continuar estudando? O que te levou a continuar estudando?*

***OPI4.** Foi justamente na época que eu entrei aqui né, eh então, eles já não, eles exigiram aqui, que na época eu tinha dado uma paradinha, eles exigiram que eu voltasse. Eu já voltei em seguida daí. Então foi justamente por causa do emprego aqui que eu, voltei a estudar.*

Deste grupo de Operadores, chamou-nos a atenção o perfil de um dos funcionários que nos foi indicado como operador, principalmente pelo fato de ter um curso técnico, ser o mais novo e de estar há pouco tempo na Empresa. Entretanto, sua situação - que percebemos, depois, ser a de aprendiz de instrutor - fica esclarecida a partir de informações por ele mesmo prestadas:

***OPI.** Eu, inicialmente, estou em parte de adaptação ainda, né, mas eu já percorri quase toda área e daí tive contato com todas as pessoas. Praticamente já regulei máquina, ajudei a trocar de molde, abastecimento, programação de máquinas, esse tipo de coisa. Agora, até quando minha atividade vai ser definida, mais afinada, aí eu acho que tenho que esperar um pouco ainda. Meu principal contato, é com os preparadores, né. Praticamente o que eles estão fazendo, eu estou fazendo com menor ênfase, aqui, entendeu? Até onde posso, eu vou enfiando a cara. Onde não dá, a gente dá uma segurada, pergunta, conversa com o pessoal.*

(.....)

***OPI.** Preparador... ele dá início ao processo ou quando o processo é interrompido, ele vai lá e resolve o problema. Essa é a função entre várias outras, é, o que mais, é a atividade diária dele. Então quando ocorre algum problema aqui, ou o operador da máquina não tem condições de resolver, ele chama o preparador. O objetivo principal que passaram pra mim, com a minha vinda, é, do tipo assim, é desenvolver pessoalmente o pessoal da operação pra que tenha esse raciocínio crítico ou lógico pra tentar resolver sozinho, mais tarde, com o tempo, os problemas que acontecem, principalmente os mais comuns da área de injeção.*

Além dessas observações, que caracterizam um pouco mais os participantes de nossa pesquisa, um outro aspecto de caráter mais geral também pode ser observado, relacionado à ausência feminina na nossa investigação. Como nosso projeto de pesquisa visou um estudo mais sistemático apenas junto à produção direta da Empresa, pouco contato tivemos com os seus setores administrativos e de concepção de produtos e, portanto, nada podemos falar a respeito da presença feminina nesses setores.

Entretanto, durante nosso trabalho de campo, tivemos oportunidade de fazer diversas visitas aos setores de produção, concentrados em dois pavilhões distintos, durante as quais pudemos perceber que, essencialmente, os funcionários da produção eram do sexo masculino. Apenas três mulheres, uma do Serviço de Recrutamento de Pessoas (que não faz parte da produção industrial) e duas operadoras, participaram da pesquisa.

Essa predominância masculina no chão de fábrica talvez possa se justificar pelo fato de que a indústria, em boa parte de sua linha, desenvolve ações que exigem força ou são

de risco - uma parte da fábrica é "pesada" - porém, por outro lado, não encontramos nenhuma mulher como supervisora, mesmo sendo considerado um serviço mais "leve". Esta fábrica é, nesse sentido, masculina.

Ressaltando essa situação, em apenas uma das entrevistas há alguma menção a respeito da condição feminina no trabalho:

*P. É. São poucas mulheres que trabalham lá na,....*

*OPI0. Na injetora.*

*P. Nas máquinas, né.*

*OPI0. São. São. Poucas mulheres.*

*P. E em toda a fábrica né, são poucas mulheres nas máquinas, mesmo na parte da montagem.*

*OPI0. E, hoje. Hoje, está bem menos. Tinha mais.*

*(.....)*

*P. E o pessoal não perturba bastante pelo fato de ser mulher operando aquela,...aquele monstrão de máquina, lá, não?*

*OPI0. Não, não, só no início que eles falavam né, ainda mais à noite e eu e a Roberta e mais duas fomos as primeiras mulheres à noite,...na injetora. Então, um monte de gente ficou assustada. Ah, duvido que elas vão agüentar, não sei o quê, à noite, e trabalhar aqui na injetora ... Tamos aí, olhe. Eu e uma só, as outras foram embora. Quatro anos, tá aí, olhe. Se mandar embora, a gente ficou quatro anos.*

Corroborando essa idéia, julgamos interessante o comentário feito por um supervisor a respeito dessa temática, registrada em nossas observações de campo. Dizia ele que, em outros tempos, já houve supervisoras mulheres, porém, devido "*às dificuldades de relacionamento entre elas e os funcionários de ambos os sexos*", tal indicação não mais aconteceu.

Registrada essa caracterização dos grupos participantes que, no nosso julgamento, poderá contribuir para a contextualização das respostas dadas e para o entendimento de algumas das nossas análises, passaremos agora a apresentar alguns dos resultados de nossa investigação, buscando identificar os assuntos de Física presentes no processo produtivo da Empresa, assim como estabelecer outras relações pertinentes ao aprendizado dessa disciplina e à escolarização de uma maneira geral.

### **Capítulo 3 Ultrapassando os muros da escola: a física presente numa indústria**

Apesar de estarmos presenciando uma significativa participação da ciência na produção tecnológica, principalmente nas últimas décadas deste século, alguns dos poucos projetos de ensino de Física que procuraram trazer para a sala de aula aspectos mais contemporâneos dessa ciência e que apresentavam características diferenciadoras, quando comparados com as propostas tradicionais de ensino desta disciplina, ou tiveram vida efêmera, ou adoção não tão significativa por parte dos professores<sup>25</sup>. As propostas tradicionais, que normalmente não incluem abordagens que revelem preocupação em contemplar conhecimentos presentes no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, apesar de mais utilizadas pelos professores, pouco têm contribuído para diminuir a distância entre o conhecimento escolar e o tecnológico.

Machado (1996 : 140), abordando essa questão, ao não ver movimentos significativos no sentido de resolver alguns dos problemas ligados à distância entre os novos conhecimentos científicos e tecnológicos e a educação geral, assim ponderava:

*"Tem-se, portanto, problemas de investigação pedagógica de grande relevância, relacionados aos desafios da conversão do novo saber científico em saber escolar e da nova cultura tecnológica em cultura escolar, quando se sabe que o anterior saber científico e o anterior saber tecnológico mal chegaram à soleira da porta da escola".*

Ao tentarmos identificar a presença de conhecimentos de Física num processo industrial e não na escola, estávamos partindo do pressuposto de que esta já tinha deixado pis-

---

<sup>25</sup> Como exemplo desses projetos, podemos citar o PSSC, o FAI e o PEF, que exerceram influências sobre o ensino de Física, principalmente sobre a elaboração de alguns livros didáticos. Mais recente e ainda em aplicação, merece ser ressaltado o trabalho do GREF. Sobre algumas dessas questões são interessantes os trabalhos de Megid Neto (1990), Carvalho (1996), Megid Neto e Pacheco (1998) e Moreira (2000).

tas, com a sua prática, qual a sua interpretação a respeito do papel dessa disciplina na formação de seus estudantes e quais assuntos tinham sido já escolhidos para dar conta desse propósito. Considerando que para a maior parte dos docentes o livro texto se constitui num dos referenciais mais utilizados para a organização de seus planos didáticos e de suas aulas, uma consulta a diversos desses livros facilmente pode indicar haver pouca diferença entre os assuntos de Física previstos, por exemplo, na década de 60 e os atuais, apesar da evolução da ciência e da tecnologia nesse período. Nesse sentido, Megid Neto (1990), ao elaborar um estado da arte sobre as pesquisas relacionadas ao ensino de Física no Brasil, já havia chegado à conclusão de que pouca coisa havia mudado na organização dessa disciplina desde a sua implantação, em 1837, com a criação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro.

Por essas razões e na expectativa de contribuir para o avanço da aproximação entre o saber escolar e o saber tecnológico, é que fomos procurar os conhecimentos de Física que julgávamos estar presentes num processo produtivo industrial. Foi com esse objetivo que, ao longo de um determinado período nos dedicamos a este processo de investigação, do qual alguns dos resultados passaremos a apresentar.

### **3.1 A Física presente nas atividades dos trabalhadores**

As opiniões dos participantes da pesquisa a respeito dos assuntos escolares de Física que eles percebiam presentes na sua prática profissional foi explicitada através das respostas apresentadas no questionário (reproduzido no **Anexo 7 a**) e também durante as entrevistas (reproduzidas nos **Anexos 7 b e 7 c**).

No **questionário**, havia dois momentos em que essa solicitação era feita. De início, o funcionário era convidado a escrever, na **questão 2**, usando apenas sua memória, os assuntos de Física dos quais se lembrava e que conseguia perceber estarem presentes em suas atividades na fábrica. Após essa primeira etapa, ele era solicitado a realizar a mesma tarefa na **questão 3**, porém, tendo como apoio uma lista de assuntos usualmente propostos nos programas de Física do Ensino Médio, organizada a partir de índices de diversos livros didáticos propostos para esse nível<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> Apesar de estarmos pesquisando a Física presente no processo produtivo industrial, a Física escolar que tomamos como referência principal na nossa pesquisa corresponde àquela proposta para o Ensino Médio (antigo

Durante a **entrevista**, por sua vez, além de outras questões, era solicitada a identificação de assuntos de Física presentes no exercício de sua função na indústria, detalhando, um pouco mais, algumas das informações anteriores e das quais o pesquisador já tivera conhecimento.

Após a tabulação dos dados apresentados nos questionários e da leitura das diversas entrevistas, pudemos organizar os assuntos de Física considerados relevantes pelos participantes, analisar as respostas e sobre elas tecer algumas considerações.

As informações que forneceram subsídios para essa análise e que dependeram apenas da memória, foram dadas como respostas à **questão número 2** do questionário, cujo texto: "*anote os conteúdos de Física aprendidos na escola dos quais você consegue se lembrar pela sua utilização no exercício de suas atividades*", trazia como desafio o pensar na atividade desempenhada na fábrica e o tentar identificar aspectos da Física nela presentes. Convém registrar que na entrega do questionário enfatizávamos que era esperado que as respostas a esta questão fossem dadas sem se recorrer a nenhum outro meio que não a própria memória, assim como convém também registrar que nas nossas análises supusemos que esta solicitação foi atendida pelos respondentes.

Dada a natureza da questão, as respostas foram totalmente abertas, constituindo uma lista de assuntos que, por terem sido registrados espontaneamente, não estabeleceram uma relação organizada com conteúdos escolares de Física. Entretanto, para que pudéssemos posteriormente fazer uma comparação entre estes tópicos indicados pela lembrança e aqueles indicados com o auxílio de uma listagem de conteúdos, procuramos estabelecer uma relação entre os assuntos citados pela lembrança e aqueles constantes na listagem da **questão 3** do questionário, apresentada aos respondentes em outra etapa da pesquisa. Dessa forma, os assuntos indicados pela lembrança não o foram, em princípio, citados com a mesma denominação com que estão apresentados.

De posse das respostas dadas à **questão 2** (que estão registradas no **Anexo 1**) e após ter sido feita a organização referida no parágrafo anterior, fizemos uma contagem da quantidade de vezes que assuntos de um mesmo tópico foram indicados. Os resultados dessa contagem estão registrados no **Anexo 3 a**, que apresenta os tópicos de Física de forma ordenada pela quantidade de lembranças e aqui são apresentados na **Tabela 3**. Considerando-se que para a organização dessa tabela foi tomada como referência a listagem de conteúdos da **questão 3** do questionário, a um tópico não lembrado foi atribuído o valor 0 (zero).

---

segundo grau), haja vista que este é o nível de ensino ao qual a maior parte das pessoas, não só os participantes da investigação, tiveram acesso, quer seja em cursos regulares ou supletivos.

**Tabela 3**  
**Tópicos organizados a partir da lembrança dos funcionários,**  
**ordenados pela intensidade de presença**

Ordem	Tópicos	Soma	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
01	Cinemática	41	5	2	1	9	24
02	Introdução	34	4	4	5	7	14
03	Leis de Newton (1ª e 3ª )	21	4	5	3	5	4
04	Temperatura	21	2	1	1	6	11
05	Corrente elétrica nos metais	21	4	2	0	11	4
06	Hidrostática	20	3	4	0	5	8
07	2ª lei de Newton	14	3	4	0	0	7
08	Termodinâmica	12	3	2	0	1	6
09	Movimento Curvo e Rotações	9	1	2	1	4	1
10	Conservação de Energia	8	1	3	0	0	4
11	Dilatação	7	0	1	0	3	3
12	Mudanças de estados da matéria	6	0	2	1	1	2
13	Acústica	6	2	0	0	1	3
14	Carga elétrica	6	1	0	2	1	2
15	Ferramentas e Mecanismos	5	0	0	1	1	3
16	Estado Gasoso	5	2	0	0	1	2
17	Transmissão de calor	4	1	1	1	0	1
18	Estado Líquido	4	2	0	0	1	1
19	Máquinas Térmicas	4	0	0	2	2	0
20	Potencial elétrico	4	1	0	0	1	2
21	Estado Sólido	3	1	0	0	1	1
22	Reflexão da luz	3	1	0	0	0	2
23	Refração da luz	3	0	0	0	0	3
24	Ação térmica da corrente elétrica	3	0	0	0	2	1
25	Comportamento ótico dos materiais	2	0	2	0	0	0
26	Ondulatória	2	0	0	0	1	1
27	Corrente elétrica nos eletrólitos	2	0	0	1	1	0
28	Campo magnético de corrente	2	1	0	0	1	0
29	Vetores	1	0	0	0	1	0
30	Gravitação Universal	1	0	1	0	0	0
31	Fotometria	1	1	0	0	0	0
32	Radiações e espectros	1	0	0	0	1	0
33	Geradores	1	0	0	0	1	0
34	Indução eletromagnética	1	0	0	0	1	0
35	Capacitores	1	0	0	0	0	1
36	Quantidade de movimento	0	0	0	0	0	0
37	Transformações Gasosas-	0	0	0	0	0	0
38	Propriedades ondulatórias da luz	0	0	0	0	0	0
39	Propdes. quânticas das radiações	0	0	0	0	0	0
40	Campo elétrico	0	0	0	0	0	0
41	Corrente elétrica nos gases e vácuo	0	0	0	0	0	0
42	Corrente eletrôn. nos semi condutores	0	0	0	0	0	0
43	Corrente alternada e contínua	0	0	0	0	0	0
44	Campo magnético	0	0	0	0	0	0
45	Ondas eletromagnéticas	0	0	0	0	0	0
46	Teoria da relatividade	0	0	0	0	0	0
47	Física nuclear	0	0	0	0	0	0
48	Tecnologia	0	0	0	0	0	0

**Observações:**

1. Os valores indicam número de citações nas respostas. O valor zero indica ausência de lembrança.
2. **Soma:** soma das indicações feitas por todos os participantes, apenas pela lembrança

Após a indicação dos assuntos de Física usando apenas a memória, o questionário solicitava que os participantes identificassem os assuntos de Física que julgavam presentes em sua atividade tendo como referência uma listagem destes (confira **Anexo 7 a, questão 3**). Conforme já havíamos indicado, nesta parte do questionário era necessário que o respondente, tendo em vista sua atividade na fábrica, tentasse estabelecer relação entre essa atividade e o assunto de Física que, na sua opinião, estivesse nela presente. Além disso, era solicitado que, em caso afirmativo, indicasse a intensidade dessa presença.

De posse dessas respostas, foram aplicados os critérios metodológicos para tratamento de dados qualitativos já descritos no item 2.3.1 do Capítulo II e organizado um quadro de tabulação das respostas para cada um dos grupos de participantes, apresentados no **Anexo 4**. A partir destes dados, foi organizado o **Anexo 3 b**, que mostra os tópicos e assuntos classificados pela intensidade de presença com indicação estimulada, apresentado na **Tabela 4**.

**Tabela 4**  
**Tópicos organizados a partir de uma listagem de assuntos,**  
**ordenados pela intensidade de presença**

Ordem	Tópicos	Média	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
01	Temperatura	1,7	1,9	2,5	1,4	1,6	1,3
02	Termodinâmica	1,7	2,2	2,7	1,3	1,4	0,9
03	Introdução	1,7	2,0	2,6	1,6	1,4	0,6
04	Transmissão de calor	1,5	2,2	2,5	1,0	1,3	0,5
05	Corrente elétrica nos metais	1,4	1,8	2,0	0,6	2,0	0,5
06	Dilatação	1,4	1,4	2,4	1,0	1,3	0,8
07	Leis de Newton (1ª e 3ª)	1,3	1,5	2,6	1,1	0,6	0,8
08	Ação térmica da corrente elétrica	1,3	1,9	1,9	0,3	1,9	0,4
09	Hidrostática	1,3	1,7	1,9	1,2	0,9	0,6
10	Movimento Curvo e Rotações	1,2	1,6	1,5	1,2	1,2	0,5
11	Transformações Gasosas	1,2	1,5	1,8	0,9	1,1	0,6
12	Cinemática	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2
13	Corrente alternada e contínua	1,2	2,4	0,7	0,3	2,1	0,6
14	Ferramentas e Mecanismos	1,2	2,0	1,6	0,4	1,2	0,7
15	Máquinas Térmicas	1,2	1,6	2,0	0,5	1,3	0,5
16	2ª lei de Newton	1,2	1,5	1,7	1,0	0,8	0,8
17	Estado Líquido	1,0	1,8	1,5	1,1	0,6	0,2
18	Conservação de Energia	1,0	1,1	2,4	0,5	0,6	0,4
19	Mudanças de estados da matéria	1,0	1,6	1,8	0,5	0,7	0,5
20	Capacitores	1,0	1,6	0,7	0,1	2,2	0,3
21	Estado Sólido	0,9	1,5	1,8	0,4	0,7	0,3
22	Estado Gasoso	0,9	1,1	2,1	0,4	0,7	0,3
23	Acústica	0,9	1,1	1,8	0,4	0,5	0,8
24	Campo magnético	0,8	1,4	0,3	0,6	1,5	0,1
25	Comport. ótico dos materiais	0,8	1,0	1,5	0,3	0,5	0,5
26	Fotometria	0,8	1,2	1,2	0,4	0,8	0,3
27	Corrente eletrôn. nos semi condutores	0,7	1,6	0,0	0,0	1,6	0,2
28	Carga elétrica	0,7	1,4	0,6	0,2	1,0	0,3
29	Potencial elétrico	0,7	0,9	0,7	0,6	1,1	0,1
30	Campo magnético de corrente	0,7	1,3	0,3	0,2	1,4	0,1
31	Quantidade de movimento	0,6	1,0	0,7	0,3	0,8	0,6
32	Vetores	0,6	0,9	1,5	0,0	0,4	0,4
33	Campo elétrico	0,6	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3
34	Propriedades quânticas das radiações	0,6	0,9	0,8	0,8	0,5	0,1
35	Tecnologia	0,6	1,1	0,7	0,2	0,5	0,3
36	Radiações e espectros	0,5	0,8	1,1	0,4	0,5	0,1
37	Ondas eletromagnéticas	0,5	1,1	0,4	0,2	0,9	0,1
38	Indução eletromagnética	0,5	1,2	0,0	0,1	1,2	0,2
39	Geradores	0,5	0,9	0,3	0,0	1,0	0,2
40	Refração da luz	0,4	0,8	0,8	0,0	0,4	0,3
41	Ondulatória	0,4	0,9	0,6	0,0	0,4	0,2
42	Corrente elétrica nos eletrólitos	0,4	0,6	0,3	0,8	0,1	0,1
43	Reflexão da luz	0,3	0,8	0,7	0,1	0,1	0,1
44	Corrente elétrica nos gases e vácuo	0,3	0,9	0,1	0,0	0,6	0,1
45	Teoria da relatividade	0,3	0,8	0,0	0,3	0,5	0,1
46	Gravitação Universal	0,3	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
47	Propriedades ondulatórias da luz	0,2	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1
48	Física nuclear	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0

**Observação:**

**Média:** média aritmética das médias dos valores atribuídos pelos participantes, estimulados pela listagem de conteúdos. Máximo valor igual a 3,0.

Analisando as duas tabelas, pudemos perceber que os 20 tópicos mais indicados, tanto por lembrança quanto por estímulo de uma lista, praticamente se repetem, variando apenas sua posição relativa. Visando explicitar essa observação e propiciar elementos para novas análises, elaboramos a **Tabela 5**, na qual são apresentados, lado a lado, as posições relativas dos assuntos indicados pela lembrança e por estímulo da listagem, ressaltando os 20 tópicos mais indicados em cada uma das formas de seleção.

**Tabela 5**  
**Quadro comparativo entre a intensidade de presença dos conteúdos de Física indicados pela lembrança e estimulados pela listagem**

Tópicos	Lembrança		Estimulado	
	Soma	Ordem	Ordem	Média
Cinemática	41	1	12	1,2
Introdução	34	2	3	1,7
Leis de Newton (1ª e 3ª)	21	3	7	1,3
Temperatura	21	4	1	1,7
Corrente elétrica nos metais	21	5	5	1,4
Hidrostática	20	6	9	1,3
2ª lei de Newton	14	7	16	1,2
Termodinâmica	12	8	2	1,7
Movimento Curvo e Rotações	9	9	10	1,2
Conservação de Energia	8	10	18	1,0
Dilatação	7	11	6	1,4
Mudanças de estados da matéria	6	12	19	1,0
Acústica	6	13	23	0,9
Carga elétrica	6	14	28	0,7
Ferramentas e Mecanismos	5	15	14	1,2
Estado Gasoso	5	16	22	0,9
Transmissão de calor	4	17	4	1,5
Estado Líquido	4	18	17	1,0
Máquinas Térmicas	4	19	15	1,2
Potencial elétrico	4	20	29	0,7
Estado Sólido	3	21	21	0,9
Reflexão da luz	3	22	43	0,3
Refração da luz	3	23	40	0,4
Ação térmica da corrente elétrica	3	24	8	1,3
Comportamento ótico dos materiais	2	25	25	0,8
Ondulatória	2	26	41	0,4
Corrente elétrica nos eletrólitos	2	27	42	0,4
Campo magnético de corrente	2	28	30	0,7
Vetores	1	29	32	0,6
Gravitação Universal	1	30	46	0,3
Fotometria	1	31	26	0,8
Radiações e espectros	1	32	36	0,5
Geradores	1	33	39	0,5
Indução eletromagnética	1	34	38	0,5
Capacitores	1	35	20	1,0
Quantidade de movimento	0	36	31	0,6
Transformações Gasosas	0	37	11	1,2
Propriedades ondulatórias da luz	0	38	47	0,2
Propriedades quânticas das radiações	0	39	34	0,6
Campo elétrico	0	40	33	0,6
Corrente elétrica nos gases e no vácuo	0	41	44	0,3
Corrente eletrônica nos semi condutores	0	42	27	0,7
Corrente alternada e contínua	0	43	13	1,2
Campo magnético	0	44	24	0,8
Ondas eletromagnéticas	0	45	37	0,5
Teoria da relatividade	0	46	45	0,3
Física nuclear	0	47	48	0,1
Tecnologia	0	48	35	0,6

**Soma:** Soma das indicações feitas por todos os participantes apenas pela lembrança

**Média:** Média aritmética das indicações estimuladas pela listagem. Máximo valor igual a 3,0.

**Ordem:** Classificação dos conteúdos em função da soma ou da média

Conforme se pode perceber observando o quadro comparativo anterior (**tabela 5**), há um conjunto de assuntos bastante presentes nas respostas dadas pelos trabalhadores da Empresa pesquisada, tanto naquelas apoiadas apenas na lembrança pura e simples, como naquelas estimuladas pela listagem de assuntos.

Além disso, pela comparação das médias das respostas dadas por todos os participantes, pode-se perceber que, independentemente do grupo a que pertençam os respondentes, estes assuntos foram bastante indicados diferindo apenas nas suas posições relativas. Essa convergência pode ser observada tanto para os assuntos indicados pela lembrança (**Anexo 3a**), quanto por aqueles estimulados pela listagem (**Anexo 3 b e Anexo 5 b**).

A partir dessas observações, foi possível identificar os assuntos de Física que, para esses funcionários, nessa Empresa, permitem estabelecer alguma relação com as atividades que eles desempenham. A lista dos assuntos mais indicados, ordenados pela similaridade de conteúdo e apresentada a seguir, forma um quadro que nos fornece um conjunto de conhecimentos escolares de Física que, na opinião dos funcionários participantes da pesquisa, estão presentes nesta Empresa. São eles:

### **Mecânica**

Introdução à Física

Cinemática

Leis de Newton (1ª e 3ª)

2ª lei de Newton

Conservação de energia

Movimento curvo e rotações

Hidrostática

### **Termologia**

Temperatura

Termodinâmica

Dilatação

Transmissão de calor

Máquinas térmicas

Mudanças de estados da matéria

Estado gasoso

Estado líquido

### **Eletricidade**

Carga elétrica

Potencial elétrico  
Corrente elétrica nos metais  
Ação térmica da corrente elétrica  
Capacitores  
Corrente alternada e contínua

Ferramentas e mecanismos  
Acústica

### 3.1.1 A prática reifica a Física escolar

Os dados constantes nas **Tabelas 3, 4 e 5** anteriores nos mostram que os tópicos **Cinemática, Introdução (à Física) e 1ª e 3ª Leis de Newton**, usualmente considerados como fazendo parte da **Mecânica**, foram alguns dos mais indicados pelos participantes da pesquisa. Essa indicação talvez possa ser justificada, em parte, pela natureza das máquinas e equipamentos utilizados na Empresa e pelo tipo de conhecimento físico que nelas se evidencia.

Em visita ao seu parque industrial, pudemos verificar uma série de máquinas nas quais ficaram evidentes aspectos dos movimentos retilíneos, como aqueles existentes nas dobradeiras, nas esteiras rolantes e nas transportadoras suspensas; curvos, como nas parafusadeiras e nas máquinas de espumação de portas, e oscilatórios e repetitivos, como nas máquinas de injeção de plástico. Além disso, foi perceptível também, tanto nas máquinas quanto no processo da indústria, a aplicação de força e o uso de diversas máquinas simples (alavancas, planos inclinados, cunhas, etc..), assim como a realização de medidas e o uso de representações através de gráficos, possibilitando, para quem já teve algum conhecimento prévio, a identificação de aspectos macroscópicos de alguns dos princípios físicos ligados à Mecânica.

A respeito da Mecânica, nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física é reconhecido que ela pode ser considerada como

*"o espaço adequado para promover conhecimentos a partir de um sentido prático e vivencial macroscópico, dispensando modelagens mais abstratas do mundo microscópico (...) Além disso, é na Mecânica onde mais claramente é explicitada a existência de princípios gerais, expressos nas leis de conservação, tanto da quantidade de movimento quanto da energia, instrumentos conceituais indispensáveis ao desenvolvimento de toda a Física. Nessa abordagem, as condições de equilíbrio e as caracterizações de movimentos decorreriam das relações gerais e não as antecederiam, evitando-se descrições detalha-*

*das e abstratas de situações irreais, ou uma ênfase demasiadamente matemati-  
zada como usualmente se pratica no tratamento da Cinemática." (PCN - Co-  
nhecimentos de Física)*

Dessa forma, entendemos que boa parte das máquinas da Empresa ofereceram condições concretas para a percepção de princípios físicos da **Mecânica**, o que de fato acabou acontecendo por parte dos funcionários participantes da pesquisa, conforme o verificado nos resultados.

Essa constatação pode também ser verificada pelas opiniões de alguns deles, conforme se pode depreender de suas entrevistas:

*P. Você percebe, você consegue identificar alguns pontos que você acha que são interessantes, que é fácil você perceber a física?*

*EP3. Sim, tem bastante, não é. A parte de mecânica, principalmente relacionado à parte de movimentos... de rotação, aceleração, você vê tudo isto presente nas máquinas ali, cada componentezinho ali tem uma aplicação da física.*

---

*TC3. Eu vejo assim, que a física básica é muito importante para o desenvolvimento dessas matérias aqui. A parte de força, reações, é,... lei de Newton, velocidade, e-nergias cinética, potencial, gravitacional, essa parte, a gente usa bastante, certo.*

---

*P. E que tipo de conhecimento de Física que você sugeriria, que você acha interessante que o pessoal da tua área tivesse conhecimento, ou reavivar?*

*OP12. Eu acho que da nossa área todos aqueles que a gente citou, peso, massa, volume, pressão. Mecânica, eu acho que seria muito interessante, porque ajudaria diretamente no dia a dia, já que você usa muito esse conhecimento ali, fica o tempo todo usando, então seria uma indicação a parte de Física nesse sentido.*

*P. E teria algum outro mais geral mesmo que você não estivesse utilizando ?*

*OP12. Eu acho que a parte de movimentação, aceleração, velocidade, tempos e medidas você também utiliza no dia a dia em qualquer setor da fábrica, porque linha de montagem você tem uma esteira e um ... uma velocidade X por minuto, então a partir do momento em que a pessoa saiba que dentro de um metro você tem tantos produtos, ele vai saber que hora ele tá conseguindo fazer tantos produtos e como ele deve proceder com o movimento dele ali naquela montagem, mais rápido, menos rápido, isso de certa forma poderia ser até geral que estaria auxiliando muito.*

Observamos também que o tópico **Cinemática** foi muito mais indicado quando o critério era o da lembrança (1º) do que quando estimulado pela listagem (12º). Talvez isso tenha acontecido pelo fato de que os aspectos que mais se ressaltaram nas máquinas foram os de caráter macroscópicos, ligados aos movimentos e velocidades, exatamente os que recebem bastante atenção quando, na escola, se estuda a Cinemática.

De fato, verificando-se os índices de diversos livros didáticos (**Anexo 8**), podemos perceber que a Cinemática é um assunto usualmente previsto para ser estudado no início do ano ou do período letivo da maior parte dos cursos de Física para o Ensino Médio, o que, de certa forma, faz com que quase sempre seja apresentado pelos professores e estudado pelos alunos, contrariamente àqueles normalmente deixados para o final do curso e que acabam sendo abordados superficialmente ou simplesmente abandonados. Sob esse critério, podemos verificar que a Cinemática é um dos assuntos proporcionalmente mais explorados nos cursos de Física no Ensino Médio, fato que tem merecido a atenção e crítica de diversos pesquisadores da área de Ensino de Física, principalmente por que, mesmo ocupando um significativo tempo dos cursos de Física, em geral acaba sendo explanado com forte ênfase matemática e vinculado a uma série de "*descrições detalhadas e abstratas de situações irreais*", conforme já exposto pelo trecho dos PCN de Física. Não se pode negar, entretanto, que ele seja abordado durante um grande período de tempo nas aulas, o que pode fazer com que seja mais facilmente lembrado do que outros assuntos.

Quando porém, se tem como referência a listagem de assuntos proposta na pesquisa, ficam mais explícitos e precisos os assuntos agrupados sob o nome de Cinemática e mais criteriosa, da parte dos respondentes, a associação entre esses assuntos e o trabalho das máquinas, o que pode justificar uma posição relativa não tão significativa quanto aquela originada apenas da lembrança.

Com relação ao tópico denominado **Introdução** (à Física), observamos que o mesmo, na média, foi igualmente bem indicado, quer seja pela lembrança, quer seja pelo estímulo da listagem, talvez pelo fato de que sob este título estão agrupados os assuntos relativos a medidas, gráficos, algarismos significativos e unidades, usualmente propostos para também serem desenvolvidos no início dos cursos de Física e bastante presentes na produção industrial da Empresa investigada, conforme se pode depreender das falas abaixo transcritas:

*MN4. (.....) Algo bem prático,... e outras coisas em números que a gente trabalha com números significativos, não significativos,... você tem que medir um capacitor, digamos que é um vírgula dois dez a menos seis ( $1,2 \times 10^{-6}$ ), então, tem vários números que você vê que até ali é significativo, outro não,... é mecânica também que você usa muito. Mas que eu me lembre de cabeça é isso aí.*

---

*P. E por exemplo construção de gráficos, interpretação de gráficos, lá na tua máquina não precisa, mas você acha que seria interessante saber, porque?*

*OP8. Seria importante, porque lá na máquina não tem, mas digamos tem, às vezes é feito, tem gráficos aí que mostram né, digamos assim como é que está a venda do mês, mas eu acho que seria importante você conhecer e de repente até aprender a fazer. Tem dado muito também sobre refugos, né, o índice de refugos, é feito um*

*gráfico lá, se o índice, digamos assim, de uma semana abaixou ou aumentou, eu sei que tem, mas não sei como é que funciona.*

*P. E daí você acha que seria interessante saber como...*

*OP8. Como funciona.*

*P. Como funciona pra poder interpretar o gráfico.*

Sobre esse mesmo tópico, chama a atenção o fato de que a manifestação dos operadores foi muito mais intensa quando dependia da lembrança do que quando era estimulada pela listagem, conforme se pode verificar nas **Tabelas 3 e 4**. Considerando que a Introdução à Física, assim como a Cinemática é um assunto usualmente abordado no início dos cursos, cremos que a justificativa para essa situação seja similar àquela que apresentamos para a grande indicação da Cinemática, ou seja, são mais presentes as lembranças de assuntos que foram mais insistentemente abordados na escola.

Além de termos percebido, durante nossas visitas à indústria, os movimentos e os processos de produção das máquinas que permitiram estabelecer relação com a Cinemática e com conhecimentos introdutórios de Física, pudemos também verificar que a realização destes movimentos se faz, fundamentalmente, devido a acionamentos hidráulicos. Há motores elétricos em algumas das máquinas, porém, eles existem para movimentar as bombas hidráulicas ligadas a dispositivos que irão realizar os movimentos. Além disso, outros tipos de dispositivos hidráulicos também existentes nas máquinas, são acionados pela pressão que é distribuída por uma rede pressurizada. Numa das nossas visitas à fábrica, orientada por um supervisor de manutenção, tivemos oportunidade de observar esses detalhes, o local onde se concentram os compressores que fornecem o ar comprimido para toda a fábrica, assim como a rede de tubos que fazia com que esse ar chegasse a cada uma das máquinas. Conforme pudemos então verificar, quase todas as máquinas, ou dependem ou tem alguma relação com ar ou óleo pressurizado.

Essa consciência da existência e da importância da pressão na produção industrial desta fábrica ficou evidente através das respostas dadas pelos funcionários aos questionários. O tópico **Hidroestática**, que compreendia, entre outros os assuntos **pressão**, **massa específica** e **pressa hidráulica**, foi o 6º mais indicado pela lembrança e o 9º quando estimulado pela listagem, revelando que, para o grupo de participantes da pesquisa, existe uma associação bastante intensa entre esse conceito físico e a sua aplicação.

As transcrições abaixo reforçam essa observação:

*MN5. Atualmente nessa área que estou a Física começou desde o primeiro dia que eu entrei. Eu cheguei aqui e a primeira coisa que eu tive que fazer foi eliminar um va-*

*zamento de óleo, (risos) e eu sem saber, sem conhecimento, peguei, fui lá e estava pressurizada, ai vazou tudo, levei um banho de óleo. Daí um colega meu falou: você não sabe o que é uma pressão de linha? Você não estudou o que é pressão? Ai eu falei: estudar eu estudei, mas eu não me lembro muito bem. Vamos recordar o que é uma pressão de linha, tal, acontece isso, acontece aquilo, tem que tomar cuidado, linha pressurizada. Até um colega meu falou: lembra a Física, é um tubo, se tiver pressão, se você abrir ele, tem aquela pressão ainda, mantém. Então desde o primeiro dia eu comecei a viver isso, a Física e manutenção.*

---

**OPII.** *Exatamente, até eu queria explicar para você, tem alguma coisa que não está ligado diretamente a mim, mas que eu estou passando perto, estou vendo o que está acontecendo, então eu peguei e marquei ai. Por exemplo, pressão, a pressão que eu marquei aqui é a nossa pressão, a gente trabalha com ar ai, não pressão atmosférica, inclusive nem tem ai pressão atmosférica.*

**P.** *Essa parte de pressão nessa linha usa direto.*

**OPII.** *Usa direto.*

**P.** *É, tudo quanto é ponto tem alguma coisa ligada a pressão.*

**OPII.** *Exatamente, tem.*

Relacionado com a pressão, um outro assunto também lembrado pelos participantes foi o **vácuo**. Com relação a este, houve registros devido à lembrança e também devido ao estímulo da listagem. Procurando identificar a razão de tais indicações, fomos encontrar suas aplicações em algumas máquinas, principalmente nas termoformadoras.

Conforme já apresentamos em outra passagem, a termoformadora, como o próprio nome sugere, é uma máquina que molda peças utilizando calor. É numa dessas máquinas que são feitos os gabinetes internos (parte de dentro) das geladeiras e freezers. É uma máquina grande, com controle computadorizado, na qual o processo principal acontece numa câmara totalmente vedada. Uma placa de plástico de cerca de 1,0 m de largura por 2,0 m de comprimento (essas dimensões variam em função do tamanho da geladeira ou freezer) entra nessa câmara e é submetida a um aquecimento até ficar bem maleável. Em seguida, essa placa é sugada para cima e o plástico forma uma bolha. Um molde metálico do gabinete que vai ser feito sobe sob essa bolha de plástico e na seqüência é feito o vácuo a partir dele, de forma que o plástico maleável a ele se ajusta perfeitamente, assumindo todas as suas saliências e reentrâncias. Após, há um reequilíbrio de pressão, é aplicado um jato de ar frio e abaixado o molde, e está pronto mais um gabinete, que sai da máquina para os procedimentos finais. Em algumas dessas máquinas, a câmara onde esse processo ocorre é transparente, o que possibilita que ele seja totalmente observado, transformando-se em espetáculo para os visitantes.

Um dos operadores desta máquina descreve esse processo de maneira interessante:

*P. Você sabe como a máquina funciona?*

*OPI4. Em que sentido?*

*P. Como que é o jeitão dela funcionar, como é que ela faz tudo, tudo aquilo lá, que você coloca uma chapa e sai ... sai um gabinete do outro lado?*

*OPI4. É, ali na verdade, é mais por tempo, é controlada por tempo né. Ela tem, no caso, quotas de tempo e quotas de movimento. Então, ela eh... a gente controla tudo pelo micro, né. A gente dá o tempo que a gente quer tirar uma peça, controla as velocidades. Eh... de acordo com que seja uma velocidade compatível né, que bate, tipo, campana, com molde, no caso, pra não danificar né. Então ali é controlado pelo operador, né, as velocidades. Controlou a velocidade, deu o tempo certo...*

*P. E o que a máquina faz nesse meio tempo? Nesse, intervalo o que a máquina faz?*

*OPI4. Nesse intervalo tem a parte de resfriamento né. Enquanto está preparando na resistência pra aquecer, já tem outra peça em resfriamento. Em determinada parte, e por aí vai né.*

*P. E como é que ela estufa aquela bolha lá?*

*OPI4. Ali no caso é um vácuo né, que entra na parte superior, né e suga pra cima e forma o balão. Aí no momento que encerra a parte do balão, aí entra um vácuo na parte inferior do molde e ia sugando pra baixo pra formar a peça.*

*P. Tá. E depois...*

*OPI4. Aí depois de formada né, entra um ar de resfriamento no caso né, e a máquina, e aquele tempo que a gente joga ali já pra dar tempo pra resfriar a peça no caso né. E daí resfriou a peça, né o molde desce, é liberado, manda e já vem outra.*

*P. Já vem outra e daí lá na frente é só ver se saiu em ordem?*

*OPI4. Isso. Daí tem a parte do corte, né. Isso tudo a gente vai inspecionando. Mais ou menos se baseia nisso daí.*

*P. Legal. Você sabe como é que faz o vácuo?*

*OPI4. Eh.. o vácuo, na verdade, né, tem a bomba do vácuo, né, que gera o vácuo. Tem o tanque de reservatório, né e tem as válvulas que liberam no tempo certo, as válvulas já liberam o vácuo, o vácuo vem pelas tubulações e suga a peça.*

*P. Tá. Ali ele tem o, ali ele tem uma parte de fazer vácuo na própria máquina né?*

*OPI4. Tem.*

*P. Porque a parte de ar comprimido vem de fora, né?*

*OPI4. Vem de fora.*

*P. Não tem compressor nas máquinas né?*

*OPI4. Não. O compressor tem aqui, mas em outro local. Aí vem, é puxado de fora daí.*

*P. Tá, agora ali, naquela máquina ele tem o compressor ao contrário né?*

*OPI4. Isso, exatamente.*

*P. Você...que ele puxa, né, o ar.*

*OPI4. Isso.*

*P. Ao contrário.*

*OPI4. Ao contrário, no caso.*

Outros tópicos bastante indicados foram os relacionados com a **Termologia**. Analisando-se a **Tabela 5**, entretanto, foi possível se perceber uma diferença nas posições relativas destes tópicos quando comparadas as indicações apenas pela lembrança e as estimuladas pela listagem. Por exemplo, o tópico **Temperatura**, essencial na produção da Empresa, pois a mesma se dedica a fabricar refrigeradores e freezers, ocupou a 4ª posição quando a resposta foi dada movida apenas pela lembrança. Entretanto, estimulado pela listagem, ocupou a 1ª posição na indicação. Da mesma forma, outros tópicos correlatos, tais como **Termodinâmica, Dilatação, Transmissão de Calor e Máquinas Térmicas**, foram menos indicados quando o critério era a lembrança do que quando era apoiado pela listagem, ocupando respectivamente as posições 8ª, 11ª, 17ª e 19ª pela lembrança e 2ª, 6ª, 4ª e 15ª, evidentemente mais citados, quando estimulada pela listagem.

Retomando a questão da Física como disciplina escolar, observa-se que os assuntos agrupados sob a denominação Termologia são propostos, nos livros didáticos, para serem desenvolvidos no início de um período letivo<sup>27</sup>, de forma semelhante à Cinemática. São, portanto, assuntos que têm grande probabilidade de serem propostos e desenvolvidos na maior parte dos cursos de Física, propiciando aos alunos a oportunidade de com eles manter contato. Além disso, ainda guardando semelhança com a Cinemática, a forma de abordagem proposta para a Termologia, em boa parte dos livros didáticos, é bastante matematizada, exigindo pouco estabelecimento de relações mais gerais.

Nessas condições, dados os resultados, cremos que a identificação amparada por uma listagem de assuntos permite uma maior tomada de consciência dos conhecimentos envolvidos no processo produtivo do qual se participa, daí a diferença de posição relativa dos mesmos tópicos observada. Apesar dessas considerações, todos esses tópicos, presentes no processo produtivo investigado, acabaram por estar entre os 20 mais indicados, quer seja pela lembrança ou pelo estímulo.

Outro fator que pode ter levado à essa concordância nesses assuntos, diz respeito ao fato de as idéias associadas a Temperatura e Calor fazerem parte da essência da Empresa. De certa forma, usando-se uma metáfora, "respira-se" Calor e Temperatura nesta Empresa, quer seja pelos refrigeradores que produz, quer seja pela dinâmica das máquinas que os pro-

---

<sup>27</sup> Sobre essa questão do posicionamento da Termologia no período letivo, é interessante uma orientação existente no 2º volume do livro de Física da FTD, cuja 9ª edição é de 1965. Já naquela época, o autor assim se pronunciava a respeito da "Ordem do programa. De acôrdo (sic) com o programa oficial, o assunto inicia com o movimento vibratório e a acústica, e terminando com a termologia. Contudo, é aconselhável começar com a ter-

duzem, que usam uma combinação de calor e temperatura para, por exemplo, moldar peças, fundir plástico para injeção de partes das geladeiras, embalar os produtos prontos numa máquina termorretrátil ou secar as peças pintadas. Essa situação transparece, não só na identificação de assuntos escolares de Física como também nas falas dos funcionários, conforme se pode depreender em algumas das seguintes transcrições:

*P. ... que conhecimento de física você acaba precisando para poder trabalhar, para mexer nessa parte de eletrotécnica?*

*MN4. Bom, a parte de calor, temperatura, é muito utilizado em quase todas as máquinas, pressão,... engrenagens, a gente tem que ter aí um conhecimento bom, reductor, que envolve física e potência, guia, também a gente usa. Mas é mais, é temperatura, é termometria e pressão. São os principais. Aí vem mais outros fatores não menos importantes, não é. Mas os mais utilizados é temperatura e pressão.*

---

*P. Para chegar nesse ponto, de certa forma, entender um pouco mais a máquina, mesmo conversar com outras pessoas, eventualmente têm um curso de requalificação. Você já participou de algum curso de requalificação aqui na Empresa?*

*MN4. Já, alguns, alguns.*

*P. Do que?*

*MN4. Refrigeração,... mais conhecimentos para a área da gente não é, chega algum equipamento novo, tem um curso aí, dois a três dias. É mais relacionado com a área, digamos que, coisas que tem a ver com a gente, eletrônica básica, eletrônica digital, só aperfeiçoamento daquilo que a gente, no caso, em sala de aula, um aperfeiçoamento ainda mais.*

*(...)*

*P. Se você tivesse que sugerir algum curso de requalificação (...) Você colocaria alguma coisa relacionado com parte de conhecimento de física?*

*MN4. Isso varia muito conforme o setor, no caso, você fala para todos os funcionários? Parte de temperatura, isso aí eu colocaria para todos,... no momento não me vem na cabeça. Eu acredito que tenha a ver, e mais só que no momento não me vem na cabeça. Trigonometria seria o base digamos que seria o "a, b, c".*

*P. Ainda mais uma empresa que trabalha produzindo frio não é?*

*MN4. Tem muitas máquinas térmicas. Setenta por cento utiliza o princípio de temperatura. Tem uma parte que tem transformação para Fahrenheit, graus Celsius, é o "a. b .c" mesmo, tem que...*

---

*MN5. Eu colocaria primeiro Mecânica, Estática e Cinemática. Movimentos, a pessoa tem que saber, velocidade, aceleração, tinha que ter no currículo obrigatório, e depois temperatura que é a parte de Termodinâmica, e Ótica. São as coisas que eu considero e uso bastante, e eletricidade que é uma matéria ... eu montaria esses quatro blocos que eu acho que seriam os fundamentais. A Mecânica todos os movimentos em força, termodinâmica por causa do calor, sempre na indústria você vai ter produtos com calor, injetor que trabalham com calor, resistência, a parte de gás, entraria na temperatura porque tem gases diversos, com temperaturas di-*

---

mologia, deixando por último o estudo do movimento vibratório e da acústica. Isto, porque:" e seguem-se as justificativas do autor.

*versas, eletricidade sem falta, e ótica porque luzes, lâmpadas, tá acendendo e a gente nem sabe porque está acendendo a lâmpada, outro dia me perguntaram: está acendendo uma lâmpada no meio da linha, o que é? A gente vai ver. Era só a lâmpada da emergência acionada, não sabia, significa que a linha tá parada nesse lugar. Ele falou: eu vi esse negócio piscando eu não sabia o que era, eu vi e pensei que estava dando alarme. A formação da pessoa de 2o grau, uma coisa que podia ser dada na aula.*

---

*P. É o que quê você acha que seria interessante incluir num curso de treinamento pra um pessoal que está entrando.*

*OP8. Bom, eu acho que o básico, sistema de energia, mecânica, temperatura, as resistências, como é que funciona tudo, o material que é derretido né, que passa por uma série de processos, entra granulado, sai pastoso eu acho que isso é básico.*

*P. Legal.*

*OP8. É o principal.*

*P. Tá jóia. Agora mais uma coisa.*

*OP8. Mas o principal é temperatura, que sem temperatura, sem energia a máquina não funciona, né.*

---

*P. A física que você aprendeu na escola ajudou a você entender esses processos industriais?*

*OPI. Ajudou a parte de maquinário, eu acho que ajudou.*

*P. Dá pra você falar um pouco a respeito?*

*OPI. Tipo assim a gente ali usa muito relação de velocidade, unidade de medida, temperatura, controladores de pressão e isso me ajuda, por exemplo, um exemplo assim comum né, vamos dizer eu estou usando um aparelho de controlador de temperatura de câmara quente, o aparelho, ele oferece três ou quatro maneiras de eu controlar essa temperatura. Uma em graus Celsius, outra proporcional, outra em Fahrenheit, esse tipo de coisa, esse tipo de transformação, eu aprendi no colégio, na pura teoria e hoje em dia eu tenho condições de se tiver problema num deles, eu transformo pro outro e adquiro a temperatura que eu quiser através, eu acredito que é através da física.*

Outro aspecto que podemos considerar ainda a respeito da Termologia, é o fato de que, dependendo apenas da lembrança, os maiores índices de indicação são oriundos dos operadores, portadores de menor escolarização mas com muito maior contato com as máquinas e equipamentos. Entretanto, quando o critério de indicação é o que se apoia na listagem, essa situação se inverte, sendo atribuídos os maiores índices aos grupos possuidores de maior escolarização, quais sejam os supervisores, os engenheiros e os funcionários de manutenção. Fogem a essas regras os técnicos, que nestes tópicos em particular têm baixos índices em ambos os critérios.

Analisando as informações relativas a **Eletricidade**, verificamos, baseando-nos nas respostas apresentadas pelos participantes da pesquisa, principalmente as que dependiam da memória, que a **Eletrostática** é bastante presente na Empresa, principalmente no seu setor de pintura, que se utiliza de processos eletrostáticos para melhor cobertura e adesão da tinta.

Conforme tivemos oportunidade de observar, quase todo o processo acontece automaticamente. As peças a serem pintadas, principalmente as portas e os gabinetes são suspensas em ganchos eletrizados que se deslocam a velocidade constante e que os conduzem pelos ambientes que compõem o processo de pintura. Iniciando por banhos químicos de limpeza e preparação de superfície, que acontece em diversas câmaras, algumas aquecidas, elas passam na seqüência através de um conjunto de sensores que vão fornecer coordenadas posicionadoras para as pistolas de pintura, para só então entrarem na câmara de pintura propriamente dita. Após, elas seguem para a câmara de secagem e finalmente para as inspeções finais, uma visual e outra com equipamentos. Esse processo, conforme pudemos verificar, é bastante rico em termos de conhecimentos envolvidos, tanto de química quanto de física, além de ser um dos setores mais exigentes em termos de apresentação dos produtos da Empresa, pois afinal, uma das primeiras coisas que se observa num produto é a sua aparência, ditada, muitas vezes, pela sua pintura.

Apesar de ser bastante automatizada, a pintura envolve um bom número de funcionários (aproximadamente 105), entre operários, operadores de máquinas, engenheiros químicos e técnicos químicos. Chamou-nos a atenção o fato de que, dentre os técnicos da Empresa com os quais mantivemos contato, apenas o técnico químico, ligado à pintura, desempenhava suas funções acompanhando a pintura ou a preparação das tintas. As funções dos demais técnicos, por sua vez, estava muito mais associada à gerência e à administração do que ao processo produtivo. De certa forma, pudemos perceber que o conhecimento exigido desses engenheiros e técnicos era bastante específico e ligado às exigências do seu posto de trabalho.

Para apresentar esse processo e mostrar como alguns conceitos de Eletrostática são nele aplicados, transcrevemos a fala de um dos operadores de pintura, que mesmo sendo portador de um certificado de conclusão de segundo grau em curso supletivo, curso este que usualmente aborda os conteúdos escolares de forma aligeirada e superficial, por causa dos exíguos tempos destinados às disciplinas, descreve, com relativa precisão, as grandezas físicas envolvidas no processo:

*P. Ali tem parte de eletricidade também, como funciona ...*

*OPII. Eu sei te explicar a pintura, a pistola eu sei te explicar, agora o resto, a parte de turbo, ali, eu nem ...*

*P. Eu estou dizendo é o seguinte, eu já vi que a placa é eletrizada, como é que ela fica eletrizada?*

*OP11. A nossa pistola ela libera uma carga positiva, e a corrente que transporta, transportadora, ela é negativa. Então, uma vez passada a pistola, ali dá uma carga eletrizada na peça, aonde a tinta gruda.*

*P. A tinta é positiva então.*

*OP11. É.*

*P. Como é que ela fica eletrizada ?*

*OP11. Olha eu não sei te dizer o nome do aparelho que eletrifica ela, até era para mim perguntar porque eu sabia que ia cair alguma coisa disso daí, mas eu acabei não perguntando. Nós temos um aparelho ali atrás aonde ele tem dois microampere e quilovolt. Então parece que para cada 5 microampere, cada um ou dois, dá 25, 30 quilovolt, é aonde que eletrifica, se esse aparelho estiver desligado não eletrifica.*

*P. Ele pinta, mas a qualidade ...*

*OP11. A tinta não dá uma aderência boa e você perde praticamente 50% da tinta que sai da pistola e uma vez eletrificado você tem um aproveitamento de 80 a 90% da tinta.*

*(...)*

*P. Eu andei ontem, já umas 2 ou 3 vezes eu fiquei de passar lá e ontem eu entrei, eu nunca tinha entrado lá nas câmaras, na parte toda, eu achei muito interessante de ver isso daí.*

*OP11. Isso na pistola, daí tem o ... pelo menos foi o que me falaram, os robôs, digamos que trabalham sozinho, aquele ali me parece que trabalha com 220 quilovolts, a gente tem como norma nunca entrar naquela salinha quando o aparelho está ligado, senão você leva um choque ... então ali a eletricidade é muito mais alta. Nos robôs, na pistola é mais baixo.*

*P. A pistola fica lá no fundo?*

*OP11. Lá no fundo, é a última.*

*P. Aquela pistola manual também é eletrizada?*

*OP11. É, também é eletrizada, foi dela que eu falei no início.*

*P. O pessoal que fica ali tem que ficar num lugar isolado.*

*OP11. A gente usa botina eletrostática por causa de dar algum ... algum problema na caixa, então a eletricidade não pára na gente ...vai estar com a pistola desligada segurando ela na mão, ela tem 3 cabos, o ar, a tinta e o cabo da parte elétrica, daí se acontecer da gente tomar um choque simplesmente passa direto, não sente.*

*P. Dá uns tremelique ...*

*OP11. Mas vai embora, não tem problema nenhum.*

Conforme pudemos verificar, para o entendimento do processo em questão havia, de fato, necessidade de conhecimento de diversos aspectos de Eletricidade, tais como carga elétrica, potencial elétrico, corrente e tensão, por exemplo. Além desses, convém registrar que, de acordo com a explicação do operador que fazia a inspeção da espessura da camada de

tinta, essa era determinada através de um medidor de "rigidez dielétrica", manuseado, pelo que pudemos entender ao conversar com ele, com certo conhecimento de funcionamento.

É interessante registrar que essas indicações relativas à Eletrostática foram mais intensas sob o critério da memória do que quando havia o estímulo da listagem. Por outro lado, com a indicação de assuntos relacionados à **Eletrodinâmica**, tais como **Ação térmica da corrente, Capacitores e Corrente alternada e contínua**, aconteceu uma situação inversa: eles foram muito mais indicados quando estimulados pela listagem do que quando dependiam apenas da memória.

Essa inversão nos chamou a atenção pelo fato de que, tanto as termoformadoras, que usam o calor para o amolecimento das placas que serão moldadas, quanto as injetoras, que derretem o plástico granulado para que seja injetado nos moldes para a confecção de peças dos refrigeradores, obtêm as temperaturas necessárias para esses processos por meio de resistências elétricas, através da transformação da energia elétrica em calor. Ou seja, há nessas máquinas, um processo físico de transformação de energia elétrica em calor, por meio de resistências elétricas, estudado na escola, que, baseando-se nas respostas dadas pela memória, passa despercebido da maior parte dos participantes da pesquisa, pois esse assunto não se encontra entre os 20 mais lembrados. A demonstração da percepção da existência desse conhecimento escolar nas máquinas, fica entretanto garantida quando se verifica que, sob o estímulo da listagem, esse mesmo assunto assume a posição de 8º dentre os mais indicados.

Essa observação, pode nos indicar a existência de um problema de linguagem, revelado pelo hiato entre o nome dado a um assunto escolar de física e o seu significado. Tanto no caso da indicação pela lembrança quanto no caso dela ser feita através do estímulo de uma lista, do respondente está-se exigindo que ele estabeleça uma relação entre um nome usualmente atribuído a um assunto escolar e detalhes de sua prática profissional junto a máquinas e equipamento da Empresa, que, sob alguns aspectos, podem passar totalmente despercebidos. O trecho de entrevista abaixo transcrito mostra essa preocupação vinda de um operador de máquina:

*OPI4. ... toda pessoa tem que aprender aquilo porque ela sabe que um dia ela vai usar, mas não que seja aquela formulazinha de acordo com o que ele explicou, mas você vai usar. Eu estou usando, mas eu não sei, eu não sei qual o nome dessa Física que eu estou usando, mas eu estou usando, eu sei fazer ...*

Situação similar acontece com os assuntos **Capacitores**, lembrado por apenas um respondente e 20º colocado quando estimulado pela listagem e **Corrente alternada e contínua**, sem nenhuma indicação pela lembrança e 13º quando estimulado. Porém, tanto o assunto

citado anteriormente, quanto esses, não são tão visíveis e explícitos quanto a Mecânica ou a Termologia, das quais já falamos. Sente-se o calor, mas não se vêem as resistências elétricas que os produzem, pois estão no interior da máquina. Vê-se e usa-se o movimento dos motores, mas não é perceptível o fato de que ele está sendo provocado por uma alternância entre campos elétricos e magnéticos, exatamente porque suas bobinas estão sendo percorridas por uma corrente elétrica alternada ou contínua.

Talvez pelo fato de que o fenômeno físico envolvido nesses processos esteja no interior da máquina e não explícito, sua presença só estará sendo percebida se for estimulada. Pudemos até inferir que os respondentes só tenham se dado conta de que alguns desses assuntos estavam presentes nas máquinas que operam e estabelecido uma relação entre o aprendido na escola e a sua aplicação, ao participarem dessa pesquisa e lerem a listagem de assuntos.

Corroborando essa idéia, são interessantes algumas declarações, das quais transcrevemos algumas, segundo as quais eles só foram se preocupar com a Física presente nas máquinas que operam após a intervenção da pesquisa.

*P. E você prestava atenção nessas coisas antes de eu pedir pra você responder esse questionário?*

*OP14. Sabe que eu passava batido, é que isso aí é bom, que a gente pára pra pensar e meditar né. Mas antes eu, a gente não chegava nem a perceber muito né. Relacionar uma coisa com a outra, mas a gente vê que tem tudo a ver né, na verdade o trabalho da gente com isso.*

(...)

*P. Você ficou satisfeito, como foi sua sensação ao responder isso daqui, ao perceber essa ligação com o que você aprendeu na escola e o que você faz aqui?*

*OP14. Interessante, é uma coisa que você não percebe que você está usando a Física direto, a toda hora, todo instante. Quando você pega um questionário desse e começa a fazer ... poxa, fazia isso e não sabia, então você fica surpreso mesmo, achei interessante, bem válido.*

---

*OP 6. Eu aprendi a olhar a física depois que eu fiz o trabalho com você, eu percebi que a física tá no dia a dia de nossas vidas, antes disso eu não tinha parado para pensar.*

*P. Não tinha parado para pensar.*

*OP 6. Não.*

---

*P. Quando você está trabalhando em cima de uma máquina você consegue perceber a Física que está presente ali naquela máquina?*

*MN6. Nunca tentei conciliar, mas é ... só o fato de eu testar uma resistência com o meu amperímetro já é uma Física, na verdade é a corrente elétrica que está passando que eu estou medindo, tem um pouco da ... da parte elétrica da Física que é o que eu me lembro mais.*

*P. Alguma vez você já havia pensado nessa pergunta que eu acabei de te fazer, se você percebe a Física que está presente no ...*

**MN6. Nunca.**

Ainda a respeito desses dois últimos assuntos, ou seja, **Capacitores e Corrente alternada e contínua**, é interessante registrar que os maiores valores de indicações, mesmo quando estimulados, foram feitos pelos supervisores e pessoal de manutenção, funcionários que, por força de sua função, conhecem as máquinas em detalhes. Por outro lado, os valores oriundos das respostas dadas pelos engenheiros de processo e produto, pelos técnicos e pelos operadores foram bastante baixos, o que nos leva a aprofundar nossa análise tentando justificar essa baixa indicação.

Os engenheiros de processo e produto e os técnicos, os primeiros com curso superior e os segundos com cursos reconhecidos como de boa qualidade, por força de suas atividades, descritas no **Anexo 2**, não costumam manter um contato tão grande com as máquinas, não conhecendo os seus detalhes, portanto. Os operadores, por sua vez, talvez porque sua escolaridade máxima seja o segundo grau, muitas vezes supletiva, mesmo tendo contato com estas máquinas, aparentemente não conseguem entender seus detalhes de funcionamento.

Nessas condições, podemos inferir que a baixa indicação desses assuntos pode ser gerada por uma combinação de falta de conhecimento escolar com a falta de conhecimento do funcionamento das máquinas e do seu processo. Não basta ter apenas um deles, conforme tentamos argumentar. Cremos que somente a integração desses dois elementos pode possibilitar o entendimento dos processos de funcionamento das máquinas presentes na indústria.

### **3.1.2 Novos assuntos, presente. Assuntos novos, ausente.**

Até o momento, nossas considerações foram tecidas tendo como referência uma listagem de assuntos elaborada a partir da consulta a índices de diversos livros didáticos de Física usualmente adotados nas escolas de Ensino Médio, organizada de forma a contemplar o maior leque de propostas de ensino para que fosse a mais abrangente possível.

Ao analisarem os assuntos propostos na listagem, tomando como base suas atividades profissionais na Empresa, os funcionários foram indicando se os assuntos listados estavam ou não, em sua opinião, nelas presentes. Entretanto, além da indicação de assuntos listados, as respostas dadas nos permitiram caracterizar duas outras situações: uma primeira, que

se refere aos assuntos lembrados pelos entrevistados e que não estavam na lista e outra, que diz respeito a aplicações da Física em algumas máquinas, cujos assuntos correspondentes estavam na listagem mas com os quais eles não estabeleceram relação.

Na primeira situação, percebemos que, ao serem aplicados os instrumentos da pesquisa, além da indicação dos assuntos daquela listagem, outros, que nela não estavam presentes, foram também identificados com essa disciplina e apresentados como respostas, tanto nos itens do questionário que dependiam apenas da memória como nas entrevistas. Foi possível, entretanto, estabelecer uma relação entre eles e o conjunto de tópicos da listagem, dada a natureza do conhecimento a eles associados. A **Tabela 6** representa uma solução para o enquadramento de alguns dos assuntos que foram lembrados mas que não faziam parte da listagem:

**Tabela 6**  
**Assuntos lembrados mas usualmente não previstos na programação do Ensino Médio e sua relação com os tópicos do questionário**

<b>Tópicos</b>	<b>Assuntos</b>
Introdução	análise dimensional, estudos de tempo, método científico
Ferramentas e Mecanismos	uso de roscas e dimensionamento de parafusos.
Hidrostática	pneumática, vasos pressurizados, vazão, hidráulica, viscosidade, fluidos, pressão hidráulica, válvulas hidráulicas
Quantidade de movimento	impacto
Temperatura	termopar
Transmissão de calor	revestimentos térmicos, isolamento, efeito estufa
Mudanças de estados da matéria	estrutura e propriedade da matéria, reologia
Estado Sólido	tração e compressão, cisalhamento, rugosidade
Carga elétrica	pintura eletrostática, gaiola de Faraday
Corrente elétrica nos metais	solenóides, disjuntores, relés, contadores
Corrente elétrica nos eletrólitos	diferença de potencial e oxidação
Ondulatória	vibrações
Tecnologia	diodos, laser, radiações

Essas respostas nos indicaram que, pelo menos para aquela parcela dos funcionários pesquisados, o espectro dos assuntos escolares de Física parecia ser um pouco mais amplo do que aquele usualmente previsto nos livros de Física do Ensino Médio e apresentados na nossa listagem. Percebemos também que algumas das respostas se constituíam em indicações de dispositivos ou processos que poderiam estar presentes no processo produtivo da Empresa investigada e talvez por isso tenham sido lembrados. Para verificar se de fato essa foi uma das razões da lembrança, fomos verificar as atividades de cada um dos funcionários que os indicaram (descritas no **Anexo 2**), para tentar estabelecer a ligação entre essa lembrança e as suas atividades profissionais e percebemos as relações apontadas nos parágrafos seguintes.

Os funcionários **OP1** e **EP1** desenvolvem atividades ligadas às máquinas de injeção de plásticos. **OP1** é técnico em plásticos e **EP1** é engenheiro de processos e produtos. Além da indicação de assuntos presentes na listagem, eles apresentaram esses outros:

***EP1:** análise dimensional, uso de roscas para movimentação de materiais, estudos de tempo, tração e compressão, impacto, revestimentos térmicos/ isolamento, reologia dos materiais, rugosidade.*

*OPI: fluidos, radiações*

Essas atividades adquirem significado ao levarmos em conta que as máquinas injetoras transformam grãos de plásticos em uma pasta fluida que deve ser injetada nos moldes; que o controle das mesmas está bastante ligado à temperatura e ao controle de tempos em que cada etapa deve ser desenvolvida; que a movimentação de alguns dos êmbolos que pressionam a pasta é feita por meio de parafusos e roscas e que a reologia é a "*parte da física em que se investigam a deformação e o escoamento da matéria, particularmente daquela que não está num estado fluido. Investiga especialmente o comportamento de plásticos sob a ação de forças de tração e de forças cortantes e o escoamento destes plásticos*" (Macedo, 1976 : 310).

O **TC2** é técnico em química e trabalha no setor de pintura eletrostática e os assuntos por ele citados são utilizados nesta técnica de pintura:

*TC2: pintura eletrostática, diferença de potencial e oxidação, gaiola de Faraday.*

Para que essa pintura seja eficiente, conforme já foi explicado, deve existir uma diferença de potencial entre a tinta e a superfície a ser coberta. Por sua vez, a chamada gaiola de Faraday se constitui num dispositivo que confina cargas elétricas num determinado espaço, situação que se encontra presente nas câmaras de pintura da Empresa, evitando assim que elas possam causar danos ou acidentes.

Por sua vez, os funcionários **MN1, MN2, MN3, MN4, MN5** e **MN6** fazem parte da manutenção da Empresa, o que pode justificar as indicações de conhecimentos de Física presentes no funcionamento de mecanismos e de componentes elétricos de controle:

*MN1: válvulas hidráulicas, diodos, laser.*

*MN2: hidráulica, viscosidade, vibrações, solenóides.*

*MN3: termopar, vazão, pressão hidráulica, pneumática.*

*MN4: vazão.*

*MN5: tração, compressão.*

*MN6: disjuntores, contadores, hidráulica, pneumática, relés.*

Convém ainda lembrar que o acionamento da maior parte das máquinas se faz através de uma rede pressurizada, de óleo ou ar, donde se justificam alguns dos elementos lembrados, tais como hidráulica, viscosidade, vazão e pressão hidráulica. Além disso, solenóides, contadores e relés são dispositivos presentes no controle de diversas das válvulas que vão permitir ou não a passagem de ar ou óleo para acionar os dispositivos. O funcionário **MN1**,

entretanto, cuida da manutenção eletrônica, o que pode justificar sua indicação de dispositivos eletrônicos tais como diodo e também um de alta tecnologia, que é o laser.

Além dos exemplos apontados até aqui, um outro que talvez possa justificar a influência da atividade profissional na identificação dos assuntos pode ser tirado das informações dadas pelos operadores **OP12** e **OP13**. Eles trabalham em máquinas de espumação, que tem como finalidade preencher o espaço entre a parte externa e a interna das portas e gabinetes das geladeiras e freezers com uma série de produtos químicos que, ao reagirem, criam uma espuma que penetra nos espaços entre essas duas partes e ao secar cria um composto rígido e isolante térmico, que veio em substituição à lã de vidro. Além do controle de pressão e temperatura dos produtos químicos injetados, é necessário se ter uma noção da vazão dos líquidos assim como ter contato direto com aspectos relacionados com a viscosidade desses elementos. Talvez seja por isso que as indicações desses operadores tenham sido:

***OP12:** vazão.*

***OP13:** viscosidade.*

Além desses exemplos, com o intuito de corroborar a idéia de que as lembranças de conhecimentos escolares de Física por parte dos participantes da pesquisa estão, muitas vezes, apoiadas na sua atividade profissional, é interessante a leitura da anotação feita pelo operador de máquina **OP6** que, ao identificar os assuntos de Física, também indicou em que máquina ou de que forma os mesmos estavam sendo aplicados na fábrica:

***Medidas:** usamos instrumentos de medição*

***Peso:** usa-se a balança para verificar o peso das bobinas.*

***Velocidade:** quantas peças eu faço por hora.*

***Força:** usamos para pegar alguma coisa ou empurrar os carrinhos com as peças.*

***Mecânica:** seria o movimento das ferramentas. Ex.: prensas, dobradeiras, etc..*

***Pressão:** para acionar as dobradeiras.*

***Pneumático:** para acionar as prensas.*

***Som:** seria o barulhos das máquinas*

***Eletricidade:** faz com que as máquinas funcionem e também nos dá a claridade*

Por outro lado, contrapondo-se às constatações anteriores, que acusaram a presença de assuntos de Física que nem haviam sido listados, pudemos notar a ausência de registro de uma série de outros, cujos princípios havíamos conseguido perceber estarem presentes em algumas das máquinas.

Apesar de não termos profundo conhecimento dos detalhes da produção da Empresa, o que talvez fosse possível se tivéssemos vivenciado por mais tempo a fábrica investigada, pudemos observar, nas diversas visitas que a ela fizemos, que no funcionamento de algumas máquinas havia uma série de aplicações de Física que poderiam ter sido identificadas pelos participantes da pesquisa, pelo menos a partir do estímulo dos dados da listagem.

Visando explicitar essas nossas observações, selecionamos da listagem de tópicos e assuntos, aqueles que foram pouco indicados pelos participantes, quer seja pela memória ou pelo estímulo e que julgamos poderiam ter sido identificados pelos respondentes. O resultado desta seleção é apresentado na **Tabela 7**, que traz, além da indicação dos assuntos, alguns indicativos numéricos da intensidade com que foram citados pelos participantes.

**Tabela 7**  
**Assuntos presentes mas pouco ou não indicados**

<b>Tópico</b>	<b>Assunto</b>	<b>Lem bran ça</b>	<b>Mé dia geral</b>	<b>Média no assun to</b>	<b>SV</b>	<b>EP</b>	<b>TC</b>	<b>MN</b>	<b>OP</b>
<b>Comporta- mento ótico dos materiais</b>	Materiais transparentes, translúcidos e opacos	<b>2</b>	<b>0,7</b>	0.8	1.2	2.3	0.0	0.5	0.7
	Reflexão, refração e absorção			0.7	1.4	1.7	0.8	0.3	0.3
<b>Ondulatória</b>	Oscilações elásticas	<b>2</b>	<b>0.3</b>	0.2	0.8	0.3	0.0	0.2	0.0
	Vibrações mecânicas			0.8	1.4	2.0	0.3	1.2	0.4
	Ressonância mecânica			0.6	1.4	1.3	0.3	0.7	0.3
<b>Corrente elétrica nos eletrólitos</b>	Aplicações técnicas da eletrólise (zincagem, cromagem, galvanoplastia)	<b>2</b>	<b>0.3</b>	0.3	0.6	0.7	1.3	0.0	0.0
	Corrosão eletroquímica			0.3	0.6	0.3	1.0	0.0	0.1
<b>Campo magnético de corrente</b>	Ação do campo magnético sobre condutores	<b>2</b>	<b>0.6</b>	0.5	1.4	0.0	0.0	0.7	0.3
	Eletroímã			0.6	1.4	0.3	0.3	1.7	0.0
	Funcionamento e construção de voltímetros e amperímetros			0.9	1.8	0.3	0.8	2.2	0.1
	Campo magnético em um solenóide			0.7	1.6	0.3	0.3	1.7	0.1
<b>Fotometria</b>	Iluminação (leis e aplicações)	<b>1</b>	<b>0.6</b>	0.7	1.4	1.47	0.5	0.7	0.2
<b>Geradores</b>	Força eletromotriz	<b>1</b>	<b>0.5</b>	0.6	1.0	0.3	0.0	1.3	0.3
<b>Indução eletro magnética</b>	O transformador	<b>1</b>	<b>0.5</b>	0.8	1.2	0.3	0.0	2.0	0.5
	Correntes de Foucault			0.2	0.8	0.0	0.0	0.5	0.0
<b>Ppdades Quânticas das Radia- ções</b>	Células fotoelétricas	<b>0</b>	<b>0.4</b>	0.9	1.8	2.0	1.3	0.8	0.3
	Aplicações de células fotoelétricas			0.9	1.8	2.0	1.5	1.5	0.0
<b>Campo elétrico</b>	Campo elétrico de cargas pontuais	<b>0</b>	<b>0.5</b>	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1
	Comportamento de um condutor eletrizado			0.5	1.6	1.7	0.0	0.2	0.2
	Rigidez dielétrica - Poder das pontas			0.7	1.2	1.3	1.8	1.0	0.0
<b>Corrente elétrica nos gases e no vácuo</b>	Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâmpadas de vapor de mercúrio, de sódio)	<b>0</b>	<b>0.3</b>	1.1	2.2	0.3	0.0	2.7	0.4
<b>Corrente eletrônica nos semi condutores</b>	Diodo semiconductor	<b>0</b>	<b>0.7</b>	0.6	1.6	0.0	0.0	1.7	0.1
	Transistor			0.9	1.6	0.0	0.0	2.3	0.5
<b>Campo magnético</b>	Magnetismo	<b>0</b>	<b>0.7</b>	0.8	1.6	0.3	1.0	1.8	0.2
	Ímãs			0.5	0.8	0.3	0.3	1.7	0.1
	Polos magnéticos de um ímã			0.5	1.4	0.3	0.3	1.2	0.0
<b>Ondas eletro mag- néticas</b>	Campo eletromagnético	<b>0</b>	<b>0.5</b>	0.8	1.6	0.3	0.0	1.3	0.5
<b>Tecnologia</b>	Micro informática e computadores	<b>0</b>	<b>0.5</b>	1.4	2.2	2.0	0.8	1.3	1.2
	Robôs industriais			1.0	1.8	2.0	0.8	1.2	0.5
	Fibras óticas			0.8	1.6	0.7	0.5	1.2	0.4

**Lembrança:** Quantidade de indicações pela lembrança (**Anexo 3 a**)

**Média geral:** Média das indicações de todos os participantes, no tópico (**Anexo 5**)

**Média no assunto:** Média das indicações de todos os participantes, no assunto (**Anexo 5**)

**SV:** média dos valores atribuídos, no assunto, pelos supervisores (**Anexo 4**)

**EP:** média dos valores atribuídos, no assunto, pelos engenheiros de processo e produto (**Anexo 4**)

**TC:** média dos valores atribuídos, no assunto, pelos técnicos (**Anexo 4**)

**MN:** média dos valores atribuídos, no assunto, pelos funcionários da manutenção (**Anexo 4**)

**OP:** média dos valores atribuídos, no assunto, pelos operadores (**Anexo 4**)

Analisando os dados, podemos verificar que a média atribuída ao tópico, índice este que pode mostrar o quanto ele foi indicado pelos participantes, na maior parte dos tópicos, é próxima da média atribuída ao assunto, o que nos permite inferir que o critério que estamos usando para analisar os dados é aceitável.

Considerando que o valor atribuído a um determinado assunto pelos diversos grupos participantes é um indicativo de quanto esse assunto foi percebido como presente na atividade, verificamos que os maiores escores foram dados pelos supervisores, engenheiros de processo e produto e pessoal da manutenção, funcionários que em geral aliam um certo grau de escolaridade voltada principalmente para a área técnica, com a experiência de anos de trabalho na Empresa. Por outro lado, a participação dos técnicos e dos operadores, funcionários que ou tem pouco tempo de Empresa ou então baixa escolaridade, é praticamente nula nas respostas.

Situação similar já havíamos detectado quando analisamos as respostas dadas pelos participantes ao questionário. Já havíamos percebido que, dependendo da complexidade do assunto ou de quanto ele estivesse oculto no processo ou na máquina, mais conhecimento escolar e conhecimento do funcionamento das máquinas seria exigido para o entendimento do processo e a identificação dos princípios científicos nele contidos. Essa resposta novamente nos indicou que experiência e escolarização se revelam como uma combinação que tende a possibilitar o entendimento do processo industrial e da física presente nas máquinas.

### **3.1.3 Algumas considerações sobre os assuntos de Física**

Em síntese, pudemos verificar, como era um dos objetivos da nossa investigação, como este grupo de funcionários da Empresa pesquisada percebem a presença de assuntos de Física em suas atividades profissionais. Para efeitos de nossa pesquisa, observamos que esses assuntos poderiam ser classificados em quatro grupos:

- aqueles que são usualmente propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio e foram identificados como presentes nas atividades profissionais;
- aqueles que foram lembrados pelos participantes da pesquisa, mas não são usualmente previstos para serem desenvolvidos no Ensino Médio;

- aqueles que são propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio, estão presentes nas atividades profissionais dos participantes, mas não são por eles identificados, e
- aqueles que são propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio mas não estão presentes nas atividades profissionais dos participantes.

De uma maneira geral, pudemos verificar que os assuntos do **primeiro grupo**, aqueles que estavam presentes nas atividades profissionais e foram lembrados pelos funcionários, são aqueles considerados básicos. São os primeiros da lista da **Tabela 5** e em sua grande maioria, descrevem aspectos macroscópicos da natureza. A sua identificação e o reconhecimento dos mesmos por parte dos trabalhadores como sendo assuntos vistos na escola, vêm confirmar parte de nossa tese sobre a existência, *no processo produtivo da indústria pesquisada, assuntos de Física normalmente propostos para serem desenvolvidos em sala de aula, fosse demonstrada.*

A respeito deles podemos dizer que, salvo exceções, são apresentados nos livros didáticos de Física para serem desenvolvidos de maneira tradicional, isto é, sem procurar estabelecer relações significativas entre os conceitos e suas aplicações. Além disso, sua posição privilegiada nos livros textos, que pode ser verificada analisando-se índices de livros didáticos (ver **Anexo 8**), aliada ao fato de que não envolvem muita complexidade no seu desenvolvimento, possibilita que eles sejam ministrados, usualmente, tanto em cursos regulares como supletivos. Em outras palavras, pode-se supor que "todos os alunos vêm esses assuntos na escola".

Creemos que essa situação tenha contribuído para o alto índice de lembrança registrado para esses assuntos em nossa pesquisa, pois possibilitou que os participantes, enquanto alunos, tivessem contato com uma terminologia e forma de pensamento específicos da ciência e da Física, ficando potencialmente propícios a associarem significados a elas. Isso, no nosso entendimento, favoreceu para que os participantes relacionassem os seus conhecimentos com as suas atividades profissionais, reificando, quando solicitados, os títulos dos assuntos escolares de Física.

Além disso, assim como os assuntos anteriormente citados estão presentes no ambiente escolar, os aspectos físicos a eles associados também estão presentes no processo produtivo industrial, tanto da Empresa investigada quanto de outras indústrias. Conforme pudemos observar e mesmo ouvir de alguns entrevistados, tais como o operador de quem transcre-

vemos um trecho de sua fala, não há indústria que não tenha, em maior ou menor proporção, movimento, calor, motores funcionando, redes pressurizadas, ruídos, etc.

*OPI2. ... você vem e pergunta o que eu estou usando, ou não estou usando. A partir desse momento tudo aquilo que eu estou te relacionando que eu uso diariamente da Física seria de grande importância lá na escola, porque com certeza eu imagino assim, uma indústria como essa é uma indústria popular, no meu modo de entender, é uma indústria que está sujeita a passar anos e anos e sempre vai ter pessoas vindo para ela fazer esse tipo de trabalho. Então não é como uma indústria digamos, um exemplo, uma aeronáutica, ou alguma coisa nesse sentido, porque a Física que ele vai estar aplicando lá com certeza vai ser a mínima que ele usa aqui, uma básica, e vai estar aplicando uma outra Física lá, muito mais avançada. Com certeza está na escola, mas lá é uma outra utilização. Aqui no caso, essa é a mais popular, vamos dizer assim, então tudo que você faz aqui normalmente você está usando em outras indústrias como essa, uma indústria popular, aonde a maioria dos alunos formados no 2o grau estão trabalhando, seja numa área de produção, ou até mesmo num possível crescimento ele vai estar usando essa Física. Então aí é que seria a parte interessante, você está utilizando diretamente essa Física. Por isso que eu falo, no meu modo de pensar, todos aqueles itens é que você aprende no 2o e 3o grau, vai ter uma mínima ... uma porcentagem pequena de pessoas que vão utilizar aquela mais avançada, que daí não estão trabalhando, digamos, em fábricas como essa, que são alguma coisa assim que realmente o número de pessoas é bem mais limitado.*

Ou seja, os assuntos indicados correspondem àqueles que fazem parte da produção industrial e que estavam sendo vivenciados, portanto, pelos participantes da pesquisa. O que fizemos, cremos, foi dar a oportunidade para que eles externassem o seu cotidiano da fábrica e nele vissem o reflexo do que tiveram oportunidade de estudar enquanto alunos da escola formal.

O mesmo não acontece, entretanto, com o **segundo grupo** de assuntos. Cremos que, para muitos respondentes, o acesso a eles aconteceu no interior da própria fábrica, com pouca participação da escola.

Conforme pudemos verificar, esse assuntos são bastante ligados à atividade profissional mais específica dos funcionários. Não são aqueles considerados básicos a que nos reportamos anteriormente, pois a maior parte dos livros didáticos atuais, fonte principal de referência do que é proposto para ser ministrado nas aulas, não os trazem como assuntos escolares (conferir **Anexo 8**). Estão, entretanto, presentes em manuais técnicos, em livros especializados voltados para cursos técnicos e de engenharia, assim como em livros mais antigos de Física<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Dentre alguns desses livros citamos: Física para o ensino técnico especializado, de Jdanov e Jdanov (técnico); Física, dos Irmãos Maristas, da FTD (antigo) e os Manuais de Mecânica do Telecurso 2000 (técnico).

O fato desses assuntos terem sido considerados como conhecimentos de Física, inclusive por parte de entrevistados que a eles não tiveram acesso enquanto alunos, é um indicativo de que a segunda parte de nossa tese, de que *havia nos processos produtivos industriais, um conjunto significativo de conhecimentos de Física, reconhecidos como tais pelos trabalhadores, mas que não se constituíam como assuntos escolares*, também pode ser considerada demonstrada.

Porém, se esses assuntos foram reconhecidos pelos participantes da pesquisa como sendo de Física e não estão sendo propostos para o Ensino Médio, onde foram aprendidos e quem os ensinou? Essas interrogações, para serem respondidas, nos conduzirão a um outro desafio, ao qual nos dedicaremos posteriormente, que é o de identificar outros locais de aprendizagem além da escola e de identificar outros atores responsáveis pelos ensinamentos que não os professores.

Entretanto, antes disto, teceremos ainda algumas considerações sobre os assuntos escolares relacionados no **terceiro grupo**, que são aqueles que acreditamos sejam, ou deveriam ser, propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio, estão presentes nas atividades profissionais dos participantes, mas não são por eles identificados.

Estes assuntos, na nossa opinião, são também característicos do parque industrial e do processo de produção da Empresa em particular. Passaram, entretanto, despercebidos da maior parcela dos participantes, como se deles estivessem ocultos, quer seja por estarem invisíveis aos olhos, por estarem no interior das máquinas ou de algum dispositivo, quer seja por estarem invisíveis ao entendimento por falta de conhecimento.

Conforme pudemos verificar através dos dados da **Tabela 7**, essa "invisibilidade" só foi rompida, em princípio, por funcionários que atendiam a duas condições: uma certa escolaridade e uma grande experiência no trato com as máquinas da Empresa. Esta observação foi confirmada pelo fato de que os maiores valores de indicação foram atribuídos pelos supervisores, engenheiros de processo e produto e funcionários de manutenção, que apresentam ou uma ou outra ou ambas as condições que julgamos como necessárias para a percepção desses assuntos. Os técnicos e os operadores, que por vezes não conseguem apresentar nenhuma das duas condições, registraram baixa percepção desses assuntos.

Pensando num contexto escolar, também inferimos, pela análise de índices de diversos livros didáticos, que na distribuição ao longo da disciplina de Física, esses assuntos ocupam uma posição quase que oposta à daqueles integrantes do primeiro grupo, sendo deixados para serem abordados nos finais do ano ou período letivo, o que pode implicar em sua simples supressão por falta de tempo. Essa condição impede que se estabeleça qualquer rela-

ção entre o que acontece na máquina e o conceito de Física que nela está sendo aplicado, pois não havendo acesso a estes conhecimentos, como acreditamos, não haverá condição de estabelecimento de significado. Ou, em outras palavras, fato que também nos remete à questão da aprendizagem, se não se aprende um conceito ou um determinado assunto, como será possível identificá-lo em sua aplicação?

Além disso, nesse mesmo grupo, há assuntos que nem são propostos nos livros didáticos, incluindo-se aí os mais contemporâneos, relacionados com os avanços mais recentes da ciência, inclusive alguns daqueles que determinaram os progressos tecnológicos atuais e que contribuíram para a chamada Terceira Revolução Industrial que hoje vivenciamos, tais como diodos, transistores, fibras óticas, células fotoelétricas, por exemplo. Exatamente pela importância que esses assuntos podem desempenhar, tanto na formação profissional dos trabalhadores como na possibilidade de a eles permitir o entendimento do seu próprio trabalho, é que entendemos que também esses assuntos, mesmo não sendo por eles percebidos, são dados que indicam que *havia nos processos produtivos industriais, um conjunto significativo de conhecimentos de Física, (reconhecidos como tais pelos trabalhadores), mas que não se constituíam como assuntos escolares.*

Finalmente alguns comentários sobre o **quarto grupo** de assuntos, que pudemos observar que não estão presentes nas atividades produtivas da Empresa e também não foram indicados pelos participantes da pesquisa. Interessa tecer algumas considerações a respeito deles pelo fato de estarem quase sempre presentes nos livros didáticos de Física e a maior parte dos alunos, independentemente de sua futura atuação profissional a eles terão acesso enquanto estudantes.

Analisando a **Tabela 5** conseguimos perceber que por exemplo, **ótica geométrica, quantidade de movimento, magnetismo, eletromagnetismo, ondulatória, vetores, gravitação universal** fazem parte desse grupo. São, de acordo com alguns comentários dos entrevistados, alguns dos assuntos a respeito dos quais se fica perguntando o porque aprendê-los.

É certo que dentre estes assuntos não indicados há também os que são propostos mas não ministrados e aqueles que nem chegam a ser propostos na maior parte dos livros didáticos, tais como **radiações e espectros, propriedades ondulatórias da luz, propriedades quânticas das radiações**, e que aparecem em nossa listagem apenas por que, com o propósito de ser a mais geral possível, ela foi elaborada tendo como base os índices de diversos livros, dos mais sintéticos, organizados em volume único, aos mais completos, de maior abrangência.

A respeito da razão de ser desses assuntos, um operador fez uma ponderação, transcrita abaixo, que pode servir como uma justificativa para uma profunda reflexão a respeito do significado e finalidade de alguns dos assuntos escolares de Física:

*P. E na tua opinião que papel desempenharia esse resto de conhecimento de Física?*

*OPI2. Do que eu aprendi, o que eu poderia aplicar?*

*P. O que você acha, que papel teria esse resto de conhecimento de Física, porque aqui você aplica ... tem bastante coisas ligadas na parte de Mecânica, no caso o movimento, a aceleração, a alavanca, as roldanas, polias, movimento, como você disse é uma fábrica popular, trabalha com movimentos. Agora que papel desempenharia o restante, parte de ótica, de termologia, alguma parte de eletricidade, parte de conhecimento de Física mais contemporânea.*

*OPI2. Eu acredito que aí é o conhecimento que você tem na escola e que você vai utilizar em um crescimento escolar. Vamos colocar assim, pegando toda essa outra parte da Física no 2o grau, e eu vou prosseguir ainda como estudante, eu vou na faculdade, eu vou na pós graduação e vou estar estudando no decorrer da minha vida, então por mais que ela seja ... não seja utilizada, essa outra parte da Física, mas ela vai, eu vou, cada vez que eu vou estar subindo um degrau, no caso, na escola, eu vou ter que estar utilizando ela porque vão perguntar para mim nos próximos cursos, sobre ela, então se eu simplesmente menosprezar ela, achar que ela deve de ser retirada do currículo escolar e somente direcionada para quem vai para um determinado lugar, aí eu vou estar sendo incoerente, porque ela vai ser solicitada e eu vou ter que aprender, vou ter que dar uma resposta na frente, mesmo que eu não esteja utilizando, e como conhecimento geral, você nunca vai estar digamos numa possível conversa, você não vai estar alienado nessa matéria.*

Pode-se observar que em geral, os livros didáticos não apresentam uma proposta de estudos mais aprofundada, o que pode ser verificado pela análise dos índices desses livros (ver **Anexo 8**). Somente para exemplificar, é comum encontrar livros de Física que não fazem nenhuma menção a **ótica física**, **relatividade** e **conhecimentos contemporâneos**, livros que, como se costuma dizer, não adentraram o século XX. Há entretanto, algumas exceções, dentre os quais os livros Física (do GREF) e Imagens da Física (de Ugo Amaldi), que não têm, entretanto, a mesma adoção que os livros anteriormente exemplificados e portanto, acabarão não servindo de referência para a grande massa de alunos, futuros trabalhadores.

Resumindo nossas observações, pudemos perceber que:

- foram mais lembrados os assuntos de Física usualmente mais trabalhados em sala de aula;
- de uma maneira geral, os assuntos presentes no processo produtivo mas não identificados pelos participantes da pesquisa coincidem com aqueles usualmente não trabalhados na escola, e
- os funcionários também aprendem a respeito de Física na própria Empresa.

Essas constatações nos conduzem a uma outra questão, qual seja o da identificação dos espaços em que ocorre circulação do conhecimento de Física e a aprendizagem dos princípios dessa disciplina aplicados nas máquinas e percebidos ou não pelos funcionários. Em última instância, elas nos conduzem à análise de qual Física é ensinada aos alunos, futuros trabalhadores, e de onde e como ocorre essa aprendizagem. Sobre essas questões é que continuaremos nossas análises.

### **3.2 Locais de aprendizagem: procuram-se. Exige-se experiência**

Ao entrevistar os funcionários da Empresa, além da abordagem específica sobre a presença ou não de assuntos de Física em suas atividades profissionais, foi possível ter acesso a um outro conjunto de informações que permitiram ampliar a perspectiva de análise da investigação. Trata-se da identificação dos espaços em que ocorre a circulação do conhecimento de Física e dos atores que contribuem para a sua aprendizagem pelos trabalhadores.

Tem sido farta a literatura que reconhece que a escola tem-se constituído, no decorrer da história, como o espaço institucional privilegiado de produção e transmissão diferenciada, tanto de conhecimento como de valores, contribuindo tanto para a reprodução como para a modificação das relações sociais capitalistas<sup>29</sup>.

No caso particular brasileiro, a distribuição diferencial do saber tem acontecido nos diversos níveis de ensino, mas de maneira mais evidente no que hoje é denominado pela LDB (lei 9394/96) de Ensino Médio. Muito já se estudou e ainda continua a ser estudado a respeito dessa etapa da educação formal, principalmente pelo fato de que esse nível de ensino ocupa o espaço entre o Ensino Fundamental, cujos objetivos visam prover os alunos com uma formação básica (art. 32), e a educação superior, que entre outras coisas, objetiva a inserção dos alunos em setores profissionais (art. 43).

Pelo fato de ser a porta de acesso ao ensino superior e também porque a faixa etária média dos alunos que o freqüentam corresponde àquela em que eles ingressam no mercado de trabalho ou estão na sua iminência, as propostas para o Ensino Médio sempre preocuparam os legisladores da educação ao longo da história da educação brasileira e oscilaram entre um

---

<sup>29</sup> A esse respeito, ver Althusser (1985), Bourdieu e Passeron (1982)

ensino propedêutico, de formação geral, preparatório para a continuidade dos estudos e um ensino profissional, voltado para a inserção no mercado de trabalho.

Conforme já consideramos, como a educação não se descontextualiza da sociedade na qual se desenvolve, é possível afirmar que a organização desse nível de ensino expressa o modelo fordista de organização da produção social, na qual uma minoria esclarecida comanda uma maioria que apenas executa tarefas simples. Ao organizar o ensino médio com essa dicotomia, onde uma parcela de alunos estaria se preparando para estudos superiores e para exercer posições de mando e a grande maioria destinada a exercer funções de execução por não ter acesso a níveis mais elevados de ensino, muitas vezes por já estarem inseridos no mercado de trabalho, a educação estaria incorporando paradigmas dessa forma de produção industrial, característica da chamada Segunda Revolução Industrial.

Entretanto, conforme tem sido também fartamente estudado, com o advento da Terceira Revolução Industrial, caracterizada pela incorporação de um sem número de descobertas científicas nas máquinas e nos seus controles e de um outro tanto de inovações nas formas de gestão, tem-se observado uma tendência de mudança nos paradigmas da produção industrial, que estão convergindo, sob alguns aspectos e em algumas organizações industriais, para uma forma de produção mais flexível e superação do fordismo.

Nessa nova situação, conforme apresentado por Salm (1992),

*"Os atributos valorizados nos trabalhadores que operam nos novos ambientes são radicalmente distintos. De novo, como há cem anos, trabalhar numa indústria moderna não é para qualquer um. A nova cultura industrial que emerge neste final de século requer outro perfil de qualificação, composto de atributos como: raciocínio lógico, autonomia, articulação verbal; capacidade de iniciativa, de comunicação, de cooperação e de tomada de decisões. Como se vê, o contrário do exigido da massa de semiquualificados que se adaptou aos métodos "fordistas".*

Por não se organizar independentemente do modo e das formas de produção vigentes, modificações no sistema produtivo suscitam não só novas formas de transmissão do conhecimento escolar como também modificam o tipo de conhecimento transmitido. Se no "fordismo" a educação básica não era uma fator necessário para os trabalhadores, essa situação tende a se modificar significativamente com a "produção flexível".

Nesse sentido, concordamos com Salm (1992), para quem

*"A dicotomia entre formação para a cidadania e formação para o trabalho, que tanto perturbou a Educação no século XX, vai perdendo sua razão de ser. A grande promessa é que a educação que visa formar o cidadão crítico, participativo, fundamental para o funcionamento da sociedade democrática, é também a melhor educação para um bom desempenho na moderna produção."*

Outro fator decorrente da mudança de um padrão fordista para um que tenda para uma produção flexível é a importância que assume para os trabalhadores a escolarização. Ela tem sido considerada fundamental para a obtenção e manutenção do emprego. Se anteriormente ter um diploma ou alguns anos a mais de estudo era apenas um dos fatores definidores da hierarquia e do salário na Empresa, hoje essa condição passa a ser um dos definidores de acesso e manutenção do emprego.

Essa situação se reflete na Empresa que investigamos, que tem procurado, ao longo dos últimos anos, implantar uma política de elevação do nível de escolaridade dos seus futuros trabalhadores. Se anteriormente a escolaridade equivalente ao antigo Primeiro Grau era suficiente para a obtenção e manutenção do emprego, hoje esse nível de exigência tem sido gradativamente elevado para o Ensino Médio, conforme se pode depreender de comentários feitos por diversos funcionários.

Para os funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas e de gerência da Empresa, que têm responsabilidades na implantação da política de elevação de escolaridade, essa é uma questão clara e definida, que se expressa nas suas falas, que não apresentam nenhum questionamento e deixam claro que sem uma escolaridade mínima, em breve não será mais possível se conseguir emprego nesta indústria:

*P. Essa exigência de escolaridade que aparece aí na especificação dos cargos, nesse tempo que vocês estão observando, ela tem aumentado, tem se mantido, tem diminuído?*

*RP2. Em termos de escolaridade eu vejo que a tendência é não sofrer grandes alterações. As alterações que têm acontecido, que são coisas muito, eh ... se você exige nível superior, é nível superior que está amarrado à própria situação dentro da Empresa. O que tem mudado são outros requisitos, que antes não eram, não eram obrigatórios, eram, digamos desejáveis ... o fato de serem obrigatórios, como por exemplo nível de conhecimento de inglês, nível de conhecimento de informática, então esses, principalmente esses dois requisitos que antes somavam a um perfil e a uma formação, hoje eles não somam, eles fazem parte do que é obrigatório ...*

*RPI. Com exceção, (?) evolução desses quatro anos, no seguinte sentido. É, cargos em que era exigido só alfabetização, passou a se exigir primeiro grau. Eh... atuações como inspetor de qualidade que era só primeiro grau, passou a exigir segundo grau. Cargos que era só segundo grau, é segundo grau técnico. E no caso da supervisão de manufatura que era exigido só segundo grau, passou a ser exigido curso de engenharia. Supervisor que tenha uma formação superior preferencialmente engenheiro, senão, curso técnico a nível de segundo grau e curso, outra formação de nível superior. Isso foi uma modificação assim ... uma mudança (?) são raríssimos. A maior parte são engenheiros. Ou técnicos em mecânica.*

*P. E aí no caso, em termos de estratégia da Empresa, pelo que a gente está entendendo, o pessoal somente com alfabetização já, já tem pouco espaço...*

*RPI. Não tem mais espaço.*

**RP2.** Não tem espaço nenhum.

**P.** Não entra mais.

---

**P.** Neste sentido vocês têm preocupação em definição de nível de escolaridade do pessoal, tem setor de treinamento.

**GE2.** Sem primeiro grau não entra, em qualquer função, sendo desejável o segundo e eu acredito que, dentro de dois anos, o segundo grau. No ano 2000, digamos assim, o segundo grau

**P.** O segundo grau, seria um técnico ou um propedêutico.

**GE2.** Ainda preferimos técnico, aí neste caso o pessoal do CEFET.

Para os funcionários de manutenção e operadores de máquinas, essa exigência de escolaridade, entretanto, não têm o mesmo significado, pois a vêem muito mais como uma norma que, na prática do chão de fábrica, não se justificaria.

**P.** Que nível de escolaridade em geral tem os operadores dessas máquinas?

**MN4.** A oitava série.

**P.** O primeiro grau. Não precisa mais que isso?

**MN4.** É hoje a Empresa, ela não contrata gente só com a oitava série, tem que ter um segundo grau. Só que o pessoal mais antigo tem a oitava série e os que têm segundo grau é feito, ah não sei, é algo do sistema (...)

**P.** Você disse que a Empresa contrata pessoal de segundo grau, mesmo para operar essas máquinas?

**MN4.** Hoje é indispensável em qualquer função da Empresa tem que ter o segundo grau.

---

**P.** E na tua opinião por que você ... por que eles exigem segundo grau para operar essa máquina?

**OP5.** Olha aí ... eu acho que não ... inclusive pediram segundo grau ... inclusive tem pessoa que entrou que não tinha completo, eu acho que é mais uma exigência para a seleção mesmo, tipo uma norma deles.

---

**P.** Por que eles exigiram segundo grau?

**OP11.** Eles exigem de todo mundo, quer dizer, tem que estar em constante aprendizado, não pode parar, sempre está precisando de uma coisa, de outra, então eles exigem da gente.

---

**P.** A política da Empresa é de valorizar a escolaridade?

**OP7.** Exatamente, principalmente aqui, tinha muito, de primeiro, que trabalhava, funcionário que era considerado analfabeto, né. Aí, tem uma escolinha aqui dentro da Empresa, tiveram que estudar e aqueles que não quiseram foram ficando. Ultimamente está, tem ainda bem poucos, mas estão saindo todos.

Esse quadro, que contrapõe a exigência de escolaridade por parte da Empresa e a sua necessidade como condição para o exercício de suas funções, por parte dos trabalhadores, tem dado origem a posições que, segundo Moraes e Ferretti (coords., 1999 : 70), sobrelevam "a qualificação e a requalificação dos trabalhadores e, por conseqüência, a educação que as pode promover". Para esses autores, tais posições têm tido conseqüências não desejáveis, como a de "desenvolver, na população em geral, e entre os trabalhadores em particular, a falsa expectativa de que à maior escolaridade e à maior capacitação profissional correspondem, necessariamente, maiores e melhores oportunidades no mercado de trabalho".

Com essas idéias postas, passamos a analisar como os funcionários vêm a responsabilidade da escola pelo conhecimento de Física que possuíam e que estavam aplicando nas suas atividades profissionais.

### **3.2.1 A Física aprendida na escola**

Tivemos oportunidade de conversar com os participantes da pesquisa, entre outras coisas, a respeito da escola que cursaram e da Física com a qual tiveram contato no Ensino Médio. Em geral, eles atribuíam à escola um papel muito importante em seu desempenho profissional, admitindo que boa parte do conhecimento de Física que eles estavam percebendo e identificando, deviam à escola. As falas seguintes, transcrições das entrevistas, registram essas opiniões:

*P. Você percebe e entende a Física que está presente no processo produtivo dessa Empresa?*

*SV4. Sim, em grande parte, consigo visualizar.*

*P. Certo. A quem você atribui essa tua condição de perceber a Física que está no processo produtivo?*

*SV4. É hoje eu vejo, hoje eu vejo que é tudo isso que me formou, né. Todas essas matérias maçantes, dessas matérias que eu queria me livrar, que hoje eu, eu tenho, né, que está aqui registrado e muitas vezes me ajuda né.*

*(...)*

*P. Aonde você acha que seria a fonte desse teu conhecimento de Física?*

*SV4. É toda essa base que eu tive de segundo grau e faculdade. Todo esse sofrimento que eu tive que eu achava que seria em vão, hoje eu...*

*P. É fogo né...*

*SV4. Hoje a gente sabe que pode não usar totalmente né, não sai por aí usando a teoria da relatividade, mas a gente usa de vez em quando.*

---

**P.** E você consegue identificar onde você aprendeu essa Física ?

**MN5.** Eu aprendi tudo no CEFET, todo o conhecimento de Física que eu tenho hoje eu peguei no CEFET. Por que?

(...)

**MN5.** ... Eu acho que eu aprendi tudo que eu sei pelo CEFET.

---

**P.** A Física que está sendo ensinada na escola, às vezes pode acontecer que o professor não consegue desenvolver, mas ele propõe lá alguns assuntos, ela dá resposta à tua vida profissional, em termos do que está sendo ensinado na escola, tem alguma ligação com o que você vê aqui?

**OP2.** Com o que eu estou aprendendo hoje não, mas já teve, o que eu aprendi me ajudou bastante aqui.

---

**P.** A respeito da física, voltando um pouquinho pra física, o que quê você acha da física ensinada nas escolas?

**OP6.** É, eu acho que não se aprende muita coisa.

**P.** Porque?

**OP6.** Porque você sabia mais pra passar de ano, não pra, pelo menos eu penso assim, não pra aprender, só pra passar de ano né. Não tem um incentivo diferente, igual esse que você passou pra mim agora, agora eu estou pensando diferente.

**P.** E onde é que se aprende, se você vai pra escola, você diz que lá na escola é só passar de ano, em que lugar que vai se aprender alguma coisa?

**OP6.** Acho difícil

**P.** Ahan...

**OP6.** Tá falando da física...

**P.** Da física, ou de matemática, ou coisa desse termo. Você está falando da física que é mais pra passar de ano.

**OP6.** É isso.

**P.** Aonde é que você aprende isso daí, por exemplo, você está dizendo que olhando esse meu questionário aqui, você conseguiu perceber que tem bastante física.

**OP6.** É.

**P.** Tá, onde é que você aprendeu isso daí?

**OP6.** Aprendi com o professor.

**P.** Tá. Onde?

**OP6.** Na escola.

**P.** Na escola, então daí, então alguma coisa sobrou...

**OP6.** Sobra, sobrou.

**P.** Alguma coisa sobrou, então daí apesar de você dizer que estava lá estudando só pra passar de ano, quando você respondeu o questionário você conseguiu perceber alguma coisa que sobrou.

**OP6.** Percebi, e não é pouca né, foi bem claro.

Essas falas exemplificam a visão que os funcionários têm a respeito do seu aprendizado na escola, independentemente do curso que fizeram. É certo que, conforme pudemos verificar anteriormente, nem todos os participantes da pesquisa tiveram os mesmos assuntos com a mesma profundidade, pois freqüentaram escolas e cursos de naturezas e qualidades diferentes, tais como cursos técnicos em Escolas Técnicas, segundo grau regular em escolas públicas ou particulares assim como cursos supletivos de segundo grau presenciais ou apenas se submetendo a exames de suplência, conforme se pode verificar nos dados de identificação dos participantes, constantes no **Anexo 2**<sup>30</sup>. Entretanto, pensando em termos da instituição escola, apesar de todas as críticas que a ela são feitas, para este grupo de entrevistados, ela representa um local em que é possível se aprender alguma coisa que será útil posteriormente.

Com esses comentários, procuramos ressaltar, através da opinião dos participantes da pesquisa, o papel desempenhado pela escola na transmissão de conhecimento de Física. No entanto, se não há dúvida nem para os trabalhadores, nem para o investigador de que a escola é o espaço privilegiado também para o ensino de Física, é preciso destacar um outro espaço significativo deste aprendizado, que é o próprio ambiente de trabalho.

### **3.2.2 A fábrica como espaço de aprendizagem**

Também a partir das entrevistas feitas e de nossas observações, procuramos identificar outros locais e atores envolvidos na transmissão do conhecimento de Física na Empresa investigada. Já tínhamos algumas pistas de que haveria outros espaços de circulação desse conhecimento pelo fato de que os respondentes indicaram uma série de assuntos de Física que não estavam presentes na nossa listagem e nem são comumente propostos para serem desenvolvidos nas escolas.

Trataremos, aqui, de apresentar outros espaços em que pode ocorrer o aprendizado dos trabalhadores, tais como aqueles institucionalizados pela Empresa, como os treinamentos específicos e o trabalho dos "padrinhos", e outros que ocorrem pelo estabelecimento de redes de ajuda dos mais experientes aos menos experientes.

---

<sup>30</sup> Convém registrar que a escolarização de todos os participantes da pesquisa aconteceu segundo moldes anteriores à aplicação da Reforma do Ensino Médio.

De acordo com o que pudemos detectar, há dois tipos de treinamentos: aqueles aplicados quando do ingresso do funcionário e promovidos pelo Serviço de Recrutamento de Pessoas em conjunto com os diversos setores da fábrica e aqueles ligados especificamente à produção, organizados sob maior responsabilidade dos responsáveis pela manufatura.

No primeiro grupo se enquadram os treinamentos de ambientação, estendido a todos os contratados e que ocorrem logo após a sua contratação. Objetivam tomar conhecimento da estrutura da Empresa, são realizados sob a orientação do Serviço de Recrutamento de Pessoas e consistem na apresentação de palestras e de visitas aos diversos setores da fábrica.

Também alocamos neste grupo, por serem gerais e estendidos a 100% dos funcionários da produção, uma série de outros cursos, relacionados mais a novas formas de organização da Empresa do que à produção, dos quais eles participam de acordo com uma programação prévia. Dentre estes, citamos:

- **O homem e a mini fábrica** - curso de 3 horas. *"Tem como objetivo principal proporcionar ao funcionário uma visão da realidade em que ele atua, conscientizando-o do seu real valor"* e procura responder algumas questões, tais como *"qual é a missão da manufatura da Empresa", "quais são os princípios da manufatura da Empresa", "quais são os valores da manufatura da Empresa", "o que é minifábrica" e "qual é a minha parte na missa da manufatura da Empresa"*.
- **Sistema Kanban** - curso de 8 horas. Tem o objetivo de esclarecer os fundamentos da técnica Kanban e como ocorre o seu funcionamento na prática. É dividido em duas parte. A primeira aborda os conceitos básicos do Sistema, discutindo o método tradicional de abastecimento, a história do Kanban, suas características, a noção de Just-in-time e Problemas encobertos pelo estoque excessivo e a segunda discute como funciona o Kanban, suas diversas formas de controle, recomendações e vantagens;
- **Segurança no trabalho** - curso de 10 horas. Elaborado pensando na segurança e bem-estar para que se tenha sempre as melhores condições de trabalho. Inicia com a noção de acidentes de trabalho, passando pelas suas causas e conseqüências. Aborda as diversas medidas preventivas e como identificar e controlar condições inseguras. Conclui com noções básicas sobre primeiros socorros.

Relacionados mais diretamente à produção, outros cursos são organizados visando a preparação dos funcionários recém contratados ou mesmo antigos, para o exercício ótimo de suas funções, principalmente daqueles que irão desempenhar função de operadores das máquinas mais complexas e automatizadas. De acordo com documentação descritora de alguns

dos diversos cargos da Empresa, aos quais tivemos acesso<sup>31</sup>, ficava neles de antemão definido o "tempo estimado para que um empregado atinja um desempenho satisfatório em cerca de 90% do conteúdo do cargo", de onde deduzimos que, pelo menos para os recém contratados, a Empresa poderia ter condições de elaborar uma projeção dos treinamentos necessários para atingir essa meta, que acontecem através do que estamos denominando de segundo grupo de cursos.

Nesta modalidade de cursos, que serão descritos com mais detalhes mais adiante, podem ser citados:

- **Sistemas de refrigeração**
- **Processo de Injeção - plástico**
- **Set up de máquina injetora**
- **Certificação de operação em máquinas injetoras**
- **Termoformagem**
- **Curso técnico de pintura**
- **Noções e prática de soldagem**
- **Operador de ponte rolante**
- **Operador de empilhadeira**

Para descrever alguns detalhes da organização deste segundo tipo de treinamento cremos que a transcrição abaixo, apesar de longa, é bastante esclarecedora, por deixar claro, na opinião de quem vivencia a fábrica, as participações e responsabilidades dos diversos setores da Empresa:

*P. Aqui. Então, falando um pouquinho a respeito de treinamento. Como e quem seleciona esses conteúdos para esse treinamento, ou para uma requalificação?*

*TC3. Somos nós da parte técnica, tá. Aí é geralmente feito um trabalho conjunto com o recursos humanos, né. Então o recursos humanos, nós vamos montar um treinamento sobre processo de espumação. Então você reúne a parte técnica e vê quais os conceitos que a pessoa precisa ter reciclada ou ter novos conhecimentos em termos de espumação.*

*P. Quem é, que pelo que você falou, quem dá o "start", é o RH?*

*TC3. Não, não. 99% das vezes é a manufatura.*

*P. Tá, mas em termos de decisão de treinamento?*

*TC3. Não, é a manufatura.*

---

<sup>31</sup> Foram-nos repassados os descritores de cargos de Técnico Projetista I, Engenheiro de Produtos I, Técnico de Manufatura I e Engenheiro de Manufatura I.

*P. Você percebe que está na hora, tem um grupo de pessoas que estão trabalhando, está na hora de fazer uma montagem...*

*TC3. É a manufatura, é a área de produção, é aqui nosso gerente de manufatura junto com o supervisor da área técnica, nós que decidimos a hora que precisa de treinamento, quem precisa, o que precisa, quantos precisam, é tudo aqui.*

*P. Qual seria a função do RH aí nessa...*

*TC3. O RH, na verdade, seria viabilizar isso daí. Ou seja, nós precisamos, fechamos um pacote, nós precisamos de um treinamento na área de processo de espumação com todos esses conceitos. Certo? Aí nós podemos até dar dicas. Essa empresa pode fazer isso para a gente, essa pode fazer... né, agora, quem vai fazer, vamos dizer, vai agilizar para que saia o treinamento, sala de treinamento, local, horário, quantas pessoas numa turma, isso é o RH.*

*P. Você falou a respeito de conteúdos, vocês é que selecionam o conteúdo?*

*TC3. Nós é que selecionamos o conteúdo.*

Os aspectos relatados nos mostram um pouco da organização e dos objetivos dos cursos e das pessoas nele envolvidas. Também tivemos oportunidade de perceber que esses treinamentos, além dos interesses ligados à produção, pelo menos no momento da pesquisa, apresentavam outros, ligados à certificação ISO 9000, na qual a Empresa acabava de se certificar. Talvez essa meta tenha sido um dos motores dos diversos programas de organização da produção e de controles de estoques assim como de melhoramento da produção, tais como Kanban, 5S, Kaizen, que foram implementados. Além disso, esse processo envolveu a realização de cursos e auditorias, assim como a padronização das normas de trabalho e a adequação do perfil educacional dos funcionários, fatos que tivemos oportunidade de verificar que estavam acontecendo na Empresa.

A respeito da influência dessa certificação ISO 9000 sobre alguns aspectos de qualificação dos trabalhadores, algumas das falas de funcionários envolvidos com procedimentos da certificação são esclarecedoras das razões e intenções de algumas dessas ações formadoras descritas anteriormente:

*P. Qual é a política da Empresa, é isso que eu estou querendo saber.*

*TC4. A política da Empresa, ela determinou o seguinte: foi feito um plano, todos os treinamentos necessários que havia necessidade para a Empresa funcionar, e para a conhecimento do processo. Então ela determinou, que até o ano, vamos dizer, até o ano final, o período pré determinado, todas as pessoas daquela função tinham que ter aqueles pré-requisitos. Se você não conseguisse esses pré-requisitos internos, você teria que buscar externos, devido a descrição do cargo do funcionário. Então tem uma pré determinação, que para alguns casos até o ano dois mil todos os cursos ou todo o aperfeiçoamento que ele tem que exigir, tem que ter nele.*

*P. Isso daí serve também para o pessoal chão de fábrica?*

*TC4. Serve.*

*P. Vai escalonando de acordo com a função.*

*TC4. Isso, está descrito na função dele, que a ISO 9000 exige, então já está descrito na função dele. Então tem um período pré determinado, que ele tem que ganhar esse treinamento.*

*P. Isso são planos para a qualificação ISO?*

*TC4. Isso, como a gente já ganhou, mas isso tem que manter, todo o funcionário novo que entrar, ou quando a reciclagem, tem que ser feita.*

---

*P. E daí tem uma listagem, faz uma listagem dos conteúdos?*

*TC3. Isso, é. A gente faz uma listagem, quais os conceitos que precisam ser desenvolvidos, decide se isso vai ser feito por um funcionário interno, a gente usa bastante aqui é a multiplicação de conhecimentos, ou seja, utiliza muito, pegar pessoal que já é funcionário da Empresa, ele conhece bastante sobre ISO 9000, vamos dizer, e ele vai divulgar, vai dar treinamento dentro da Empresa sobre ISO 9000. Então ele vai dar treinamento para o pessoal de engenharia, vai dar treinamento para o pessoal do RH, vai dar treinamento para o pessoal da manutenção, sobre ISO 9000. Então, a gente utiliza bastante isso daí. Se a gente não tem recurso interno, se não tem uma pessoa que possa passar esse conhecimento de espumação para o operador aqui dentro, aí a gente vai buscar fora.*

---

*RP2. Eu creio, que toda essa questão do trabalho é em função da ISO né, também. É, todo o trabalho em função da ISO chegou na Empresa com um questionamento muito grande, em relação a como que as pessoas iam conseguir absorver os conceitos. Como é que as pessoas iam entender as novas, essa nova forma de processar o produto, com um nível de escolaridade pequeno. Demanda delas aqui na Empresa um esforço muito grande. Que a Empresa nos dias de hoje acaba não tendo tempo e nem condições em termos de custo para, para operacionalizar.*

Essas últimas falas, atribuídas a funcionários que têm responsabilidades tanto na organização de treinamentos quanto no acompanhamento de ações relacionadas com a certificação ISO 9000, nos permite considerar que fazem sentido algumas das afirmações de trabalhadores da manutenção e operadores a respeito das exigências de escolaridade, haja vista que muitas vezes, parece-nos que elas estão atendendo mais à política de certificação da Empresa do que a reais necessidades da produção.

Além disso, de acordo com nossas observações, percebemos que esse treinamento é organizado de forma a possibilitar mais o entendimento do processo do que da operação das máquinas. Eles são transmitidos através de aulas, ministradas na própria Empresa ou em locais conveniados, e para eles são organizados manuais e apostilas, voltados principalmente para o entendimento de máquinas e de processos. A seguir apresentamos a descrição de alguns desses cursos, ressaltando a sua clientela, seus objetivos, conteúdo e alguns assuntos disciplinares envolvidos:

- **Sistemas de refrigeração** - curso de 16 horas. Destinado a 100% dos funcionários da produção. Pretende "proporcionar os conhecimentos básicos sobre os sistemas de refrigeração". Seu conteúdo programático inclui: princípios de refrigeração, gases refrigerantes atuais e alternativos, componentes termodinâmicos, componentes elétricos, funcionamento básico e cuidados básicos, o que pressupõe um conhecimento inicial de Física dos alunos;
- **Processo de Injeção - plástico**<sup>32</sup> - destinado a 100% dos operadores de máquinas injetoras de plástico. Tem "*a finalidade de fornecer ao operador de injetora todas as informações necessárias para que sejam produzidas peças de alta qualidade, em ciclos econômicos, destacando os principais parâmetros afetados durante um ciclo completo*". O conteúdo do curso compreende: introdução, ciclo básico de injeção, análise dos elementos do ciclo, fluxo na cavidade, pressão na cavidade, tempo de recalque, resfriamento e informações adicionais. Exige o segundo grau como nível de escolaridade, compreende conhecimentos de Física, Química e Metrologia. No caso particular de Física, envolve noções de fluxo, pressão, pressão de recalque, temperatura, compressão e descompressão, além de cálculos matemáticos básicos, interpretação de gráficos e tabelas, entre outros<sup>33</sup>.
- **Set up de máquina injetora** - destinado a 100% dos operadores de máquinas injetoras de plástico. É um curso estritamente técnico, que relaciona as operações necessárias para o funcionamento e operação de máquinas injetoras. Exige o segundo grau como nível de escolaridade, compreende conhecimentos de Física, Metrologia e Desenho Mecânico Básico. Não apresenta nenhum conhecimento particular de Física de forma explícita.
- **Certificação de operação em máquinas injetoras** - destinado a 100% dos operadores de máquinas injetoras de plástico. Curso estritamente técnico, destina-se a melhorar o processo de injeção plástica através da padronização de operações e do seu registro em fichas de controle. Exige o segundo grau como escolaridade e envolve conhecimentos de Física e Metrologia. Não apresenta nenhum conhecimento particular de Física de forma explícita.
- **Termoformagem** - curso de 45 horas. Destinado a 100% dos operados de máquinas de termoformagem. "*É descrito o processo de extrusão e termoformagem do poliestireno (PS) e Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS) e tem o intuito de orientar na rotina diária de trabalho, na qual o operador terá que achar as ações apropriadas para*

---

<sup>32</sup> Os módulos "Processo de injeção - plástico", "Set up de máquinas injetoras" e "Certificação de operação em máquinas injetoras" fazem parte do curso "Capacitação para operadores de injetora", de 320 horas.

*cada situação em particular*". O conteúdo do curso compreende: fatores de processo em extrusão, fatores de equipamento em extrusão, aspectos teóricos e operacionais da extrusão, problemas mais comuns e suas soluções mais prováveis em extrusão, termoformagem - introdução, material poliestireno cristal, poliestireno alto impacto, acrilonitrila butadieno estireno, parâmetros para projeto de produtos termoformados, moldes para termoformagem, técnicas de moldagem em termoformagem e problemas mais comuns e suas soluções mais prováveis em termoformagem. Exige o segundo grau como escolaridade. Compreende conhecimentos de Física, Química, Matemática e Desenho Mecânico. No caso particular de Física, envolve noções de mudanças de estado físico, gráficos, termologia, pressão, vácuo, efeito térmico da corrente elétrica, além de cálculos matemáticos básicos, interpretação de gráficos e tabelas, entre outros.

- **Curso técnico de pintura** - curso de 10 horas. Destinado a 100% dos trabalhadores envolvidos na pintura. Curso de natureza técnica que aborda questões relacionadas à pintura de uma maneira geral. Exige o primeiro grau como escolaridade e envolve, principalmente, conceitos de Química, tais como corrosão, tendência dos metais à corrosão, pares galvânicos, atmosferas de corrosão, métodos químicos e físicos de preparação de superfícies, seqüência de banhos químicos, composição e processos de fabricação de tintas, mecanismos de formação de filme e controle de qualidade. Não apresenta nenhum conhecimento particular de Física de forma explícita.
- **Noções e prática de soldagem** - curso de 40 horas. Destinado a 100% dos trabalhadores envolvidos na soldagem. Curso de natureza prática, que aborda técnicas e procedimentos relacionados com os diversos tipos de soldagem. Exige o primeiro grau como escolaridade e envolve conceitos de Física, Química, Metrologia e Segurança. Assuntos abordados: soldagem de tubos, tipos de varetas de solda, fluxos, aplicação e limpeza dos fluxos, soldagem oxi-acetilênica, operacionalização do equipamento de solda, tipos de chama, pré aquecimento, seqüência de operações de solda, precauções de segurança. No caso particular da Física, envolve conhecimentos de temperatura, fusão, dilatação térmica, combustão, relação entre temperatura e cor, capilaridade, tensão superficial e pressão. De Química, envolve noção de oxidação, redução e oxi-redução.
- **Operador de ponte rolante** - curso de 10 horas. Destinado a 100% dos operadores de ponte rolante. Curso de natureza prática, que visa apresentar as normas regulamentadoras deste tipo de equipamento, descrevê-lo e apresentar aspectos de sua operação

---

<sup>33</sup> A identificação dos conhecimentos disciplinares foi feita após a análise dos manuais e apostilas aos quais tivemos acesso. Nestes, não são explícitos os assuntos que aqui estamos relacionando.

atendendo às normas e critérios de segurança. Exige o primeiro grau como escolaridade e envolve conhecimentos básicos de Física, tais como noções equilíbrio, roldanas, talhas, esforços e tensões, noções básicas de resistência dos materiais, movimentos retilíneos e combinados - verticais e horizontais, 2ª lei de Newton, oscilações, circuitos elétricos simples de corrente contínua e alternada e de Segurança, relacionados à parte elétrica e a movimentação de cargas suspensas.

- **Operador de empilhadeira** - curso de 15 horas. destinado a 100% dos operadores de empilhadeira. Curso de natureza prática, que visa apresentar as normas regulamentadoras deste tipo de equipamento, descrevê-lo e apresentar aspectos de sua operação atendendo às normas e critérios de segurança. Exige o primeiro grau como escolaridade e envolve conhecimentos básicos de Física, tais como equilíbrio, centro de gravidade, peso, estabilidade e gráficos e de Segurança, relacionados à movimentação de cargas e de veículos no interior da fábrica.

Creemos que a identificação, nos questionários, de assuntos de Física não previstos na listagem, pode em parte ser atribuída a esses programas de treinamento no interior da própria fábrica. De fato ao analisarmos alguns dos manuais utilizados nesses treinamentos, tivemos oportunidade de verificar que os mesmos apresentam e trabalham com conceitos de Física sem no entanto apresentá-los como nos livros didáticos, pois eles não são explícitos e aparecem em forma de aplicações industriais.

Sobre os assuntos de Física presentes nos cursos listados anteriormente, as falas seguintes, atribuídas a um técnico e a um supervisor, funcionários chave na organização e execução dos treinamentos da Empresa, exemplificam como é o seu entendimento a respeito desse conhecimento específico:

*P. Os conceitos de física que entram nesses cursos, eles são explícitos?*

*TC3. Não, não são. Eles não são explícitos. Eles são bem intrínsecos, eles são subjetivos, se você conseguir, para você ver que está sendo aplicado, você tem que analisar, tem que parar para pensar. O processo de espumação, bom, ele vai falar sobre o que acontece, ele não precisa ser bem explícito. Ah, é!!! Isso aqui faz parte da física!*

---

*P. Esses treinamentos que vocês fazem abordam a física de maneira mais teórica ou mais prática?*

*SV5. Procurando sempre a questão mais prática. Agora, na sala de aula é difícil porque a gente não tem recurso o suficiente para demonstrar a parte prática. Então a parte prática a gente vê no dia a dia aqui, mas não é ministrado na sala e vamos para a prática para olhar como é que se porta, algumas vezes você consegue conciliar, mas normalmente, ela é, na prática, aquilo que o pessoal vem desenvolver*

*depois da teoria. Mas em sala de aula normalmente é a parte didática. Base de cálculos influenciados aqui dentro da própria Empresa. Todos os exemplos, todas as bases de cálculo que são utilizados, são de máquinas e equipamentos utilizados dentro da Empresa. Quer dizer, não é uma coisa abstrata de que ele não possa imaginar aquilo que ele está calculando, ele está calculando alguma coisa interna, de aplicabilidade dentro da fábrica.*

A operação das máquinas, por sua vez, envolve um outro tipo de aprendizado, utilizando-se, principalmente do treinamento em serviço para a sua realização. Para as máquinas mais complexas, é usual a intervenção do assim denominado "padrinho". Essa modalidade de treinamento é também institucionalizada, mas acontece em serviço.

O padrinho é em geral um funcionário que tem bastante tempo de fábrica e muita prática na operação de máquinas, tendo oportunidade de conhecer e operar diversas delas, desde as mais simples às mais complexas, acompanhando a sua evolução na produção industrial da Empresa. Dele é requerido muito mais experiência e conhecimento do processo industrial do que escolaridade. Sua atuação como instrutor pode ser comparada àquela dos mestres artesãos, que assumiam para si a responsabilidade de repassar um determinado tipo de conhecimento para os aprendizes, convivendo com eles por longos períodos, até que os mesmos pudessem ser também considerados artesãos. Devido a essa característica, foi possível observar a convivência, no mesmo ambiente, de máquinas com dispositivos tecnológicos da Terceira Revolução Industrial com uma forma de aprendizado característico do artesanato.

Para registrar a atuação desses padrinhos, foram selecionados dois trechos de entrevistas dadas por dois operadores, o primeiro de máquinas de espumação e o segundo de uma termoformadora, ambos com escolarização supletiva de segundo grau e 14 e 10 anos de Empresa respectivamente:

*P. Ah... aí no caso você, você trabalha num equipamento de alta tecnologia. É que a gente já, já conversou a respeito, né? (...) Você é padrinho de uns lá né, de todo o mundo que passa você é padrinho?*

**OPI3.** *Todos que passaram ali eu fui padrinho.*

*P. Tá. É, que conhecimento de física você orienta que eles devem saber, ou você, quando você está, especificamente ... você diz, ah... você precisa ter conhecimento deste assunto de física, deste assunto, deste assunto. Você fala pra eles que ele tem que dar uma estudada em alguma coisa ou simplesmente trabalha na máquina? Pra operar a máquina?*

**OPI3.** *Não, a gente, dá, tem um manual da máquina né, ali tem tudo, todos os procedimentos de alarme, tudo que ela dá né. E, aí a gente começa do, porque vai começar... está vindo de fora né, ele vai começar do início né. Ele vai aprender primeiro a trabalhar ali na, na parte de, ali embaixo onde a gente cuida ali né, cuida de onde sai o produto, tudo. Depois que ele aprender bem ali, que a gente vai entrar na parte de ... de física e química né. Que ele vai aprender sobre o material, sobre o*

*tempo, sobre velocidade, depois de uns, de um mês e meio, dois meses que ele estiver ali embaixo que ele vai aprender isso aí, sabe?*

**P.** *Um mês e meio a dois, lá na parte de baixo só ... só a parte de habilidade manual? E daí quando ... daí você, quando você aprender, você vai pra parte de cima que é a parte de controle?*

**OPI3.** *A parte de controle da, a parte de controle de material, ou, de tempo, temperatura, é vazão, relação ... daí eu vou entrar na parte de, de, a parte mais sensível, né que é a química, que é ... como é que é, volumes ... é temperatura, tempo, como é que ele vai saber é, calcular o, o, vamos supor um novo programa né. Como é que vai calcular tudo certinho, daí que eu vou entrar nessa parte né. O cara que entra novo ali, pra ele ficar, pra liberar a máquina pra ele, pode assumir a máquina é ... é menos de três, quatro meses já dá pra, conforme a pessoa vai até quatro meses, né. Mas se a pessoa for bem interessada com três meses está bom já.*

**P.** *Três, quatro meses de treinamento.*

**OPI3.** *De treinamento.*

**P.** *Além desse treinamento em serviço, ali né, tem mais um outro tipo de serviço que é, que o pessoal participa? Esse pessoal novo que você está atendendo? Ou é só com você?*

**OPI3.** *Não, é só ali a parte de operação, é só ali né, depois ele faz uns cursos de... se não tiver ainda. De matemática básica, esses negócios tem que fazer daí né.*

**P.** *Tá.*

**OPI3.** *Medição, matemática básica e conhecer tudo isso aí né.*

**P.** *Certo.*

**OPI3.** *E conhecimentos de desenhos também,...Daí, se ele não tiver, tem que fazer daí né.*

**P.** *E daí a própria Empresa convoca ele pra fazer isso daí?*

**OPI3.** *É, convoca, ou senão ele tem que correr atrás daí, né. Ou ir num órgão, no SENAI, e vai fazer né. Mas, geralmente a própria Empresa que dá né.*

---

**P.** *Você já foi padrinho?*

**OPI4.** *Sim, sim.*

**P.** *E, quanto tempo que demora pra uma pessoa, dar conta da máquina sozinha?*

**OPI4.** *Pra operar a máquina, precisa no mínimo uns seis meses.*

**P.** *No mínimo seis meses.*

**OPI4.** *No mínimo.*

**P.** *Junto ali grudado com você?*

**OPI4.** *Junto. Caso contrário é difícil.*

**P.** *Então daí ele foi contratado, ele vai ficar ali grudado em você, vai guilhotinar muita peça pra depois... ele vai começando ao contrário<sup>34</sup>.*

**OPI4.** *Isso. Exatamente.*

---

<sup>34</sup> Após a termoformagem da peça, a parte final é a retirada de excessos com o uso de uma guilhotina. Guilhotinar as rebarbas da peça é uma das últimas operações do processo.

Além dos treinamentos e dos padrinhos, foi possível perceber um outro tipo de transmissão de conhecimento no interior da fábrica, que acontece através de uma rede de ajudas entre os trabalhadores. Ela é totalmente informal e, pelo que pudemos perceber, acontece pela afinidade que pode ser estabelecida entre os envolvidos. Por ser informal, é mais sutil e só pudemos detectá-la por causa de algumas falas que denotavam a sua presença, tais como as que a seguir apresentamos:

*P. Quem é que te ensinou a operar isso daí?*

*OP6. O operador da máquina, nós trabalhamos em quatro, daí tem o operador líder e daí mais três pessoas que operam a máquina, então operamos em quatro.*

---

*P. Quem te ensinou o serviço?*

*OP8. Assim que eu entrei, os próprios colegas de serviço ali que me ensinaram, né, me ensinaram o básico, daí, depois com o tempo, né, eu fui pegando mais coisas né, injetora você não entra assim, você não aprende tudo de uma vez. Isso aí você vai aprendendo aos poucos.*

---

*P. Tá. Onde é que você aprendeu toda essa parte de funcionamento da máquina?*

*OP10. Na prática, no dia-a-dia, porque eu...*

*(...)*

*P. Ou você fez algum curso?*

*OP10. Não fiz curso nada, é curiosidade, alguma coisa assim, eu fico olhando, pergunto.*

*P. Vai perguntando o que tem lá dentro do canhão?*

*OP10. Eu perguntei já, ... mas eu queria saber tudo, mas não tem quem me fala tudo...(risos) Não sei...*

*(...)*

*OP10. Olha, o processo ali é lindo. Às vezes eu ia lá, ficava olhando, porque é muito bonito. Porque é tudo transparente, aí tem uma chapinhas assim, fica tipo umas folhas assim, bem fininhas. Aí tem o robô lá, pega daí coloca, lá é tudo automático, aí depois ele vai enchendo bem...*

*P. Lá é termoformagem?*

*OP10. É, vira uma bola. Aí depois tem o molde, aí já sai moldado. Ali é o processo que a gente está vendo. Você entende? É isso que eu queria saber. Como é que é a peça que eu faço. Nesse processo ali dentro. É, eu falo é, tem que...é química também, que eu tinha um amigo que ele tinha feito química, ele explicou mais ou menos, alguma coisa ali dentro, só que ele também, ele entendia de injeção né. Daí ele me falou alguma coisa. Mas eu gostaria de saber. Tinha curiosidade.*

---

*P. Quanto ao pessoal de manutenção... quando dá algum problema lá na máquina que você opera, e daí chama o pessoal de manutenção. Você fica junto pra ver o quê que eles estão fazendo?*

**OPI0.** *Eu olho.*

**P.** *Você fica olhando?*

**OPI0.** *Olho.*

**P.** *E pergunta?*

**OPI0.** *Pergunto.*

**P.** *E eles respondem?*

**OPI0.** *Eles respondem. Respondem. E explicam assim de um jeito que, quando vejo eles .... ela entendeu tudo, é lógico, dá um nó na cabeça, né. Eles vão falando, falando dá um nó. Mas, aí esses dias aconteceu um negócio lá, né, na máquina. Aí ele explicou, explicou, eu fiquei olhando pra cara dele assim, não entendi. Expli-cou de novo, só que ele falou a linguagem do curso que ele fez.*

**P.** *Certo*

**OPI0.** *E eu não entendi. Eu pensei, não dá pra explicar, mais né, falar mais a minha linguagem e tal...daí ele. Ele acabou resumindo. Tal, assim, assim... daí agora eu entendi . (risos)*

**P.** *Certo. A questão da linguagem.*

**OPI0.** *Isso.*

**P.** *Ele falando uma linguagem técnica, pode complicar.*

**OPI0.** *É, isso eu não sei. Uma coisa que ele estudou, quatro anos e eu não, né. Daí ele falou pra mim de um jeito, do outro jeito, daí eu entendi, e eu vi o que que era. Daí eu falei, ah!!!*

Pudemos perceber que esses diversos espaços de aprendizagem desempenham uma importância fundamental no processo da Empresa e nesse particular ela tem oferecido condições favoráveis à circulação de conhecimentos entre os funcionários. Essa situação já havia sido identificada em outro momento, conforme se pode depreender do trecho abaixo, transcrito de um relatório (Kuenzer e Invernizzi, 1998) que também havia envolvido a Empresa que pesquisávamos:

*"Um terceiro aspecto da mudança de qualificações, do qual encontramos evidências, é o aumento da autonomia do trabalhador. Os operários passam a ter um certo espaço para tomar decisões, buscar soluções aos problemas colocados pela produção, para fazer sugestões, para parar a produção, caso seja necessário, etc...*

*(...)*

*Novamente a empresa "A" é a que mais avançou nesse sentido, e os trabalhadores consideram que houve uma mudança radical no clima do chão de fábrica, que lhes permite desenvolver suas atividades com liberdade e tranqüilidade, em parceria e não em contradição com os supervisores. São autônomos para consultar colegas quando aparece um problema, e inclusive para improvisar uma pequena reunião na linha para buscar soluções conjuntas, sem que para isso seja necessário pedir autorização ou participação do supervisor. Podem se deslocar para outros setores da produção na busca de explicações*

*para um falha, e sair do posto para acudir um colega apurado que possa a vir a comprometer o conjunto da produção. São livres para chamar a Manutenção em caso de necessidade ou de ir no almoxarifado procurar uma peça sem burocracia. O supervisor se tornou um apoio e não aquele que está marcando o que deve ser feito. A função de determinar o que e quanto produzir é realizada agora de forma impessoal pelo Kanban. Os trabalhadores consultam as tarjetas do Kanban e decidem em função das existências quais são as prioridades de produção."*

Cremos ter deixado evidentes até aqui, os diferentes espaços e atores que, segundo pudemos perceber, dão sua contribuição para que ocorra a transmissão e circulação de conhecimentos, quais sejam, o espaço escolar, responsabilizado pela sociedade como o local privilegiado para a transmissão do conhecimento e o espaço da produção industrial, no interior da própria fábrica, onde os trabalhadores não são formalmente preparados para isso, como os professores, mas estão a exercer também essa função nas suas atividades profissionais.

No nosso trabalho, procuramos ouvir os trabalhadores sobre essas questões, principalmente a respeito da Física ensinada nas escolas, cujas observações e resultados passaremos a apresentar.

### **3.2.3 A física que gostaríamos de ter estudado... na escola de nossos sonhos**

Tivemos oportunidade de ouvir os participantes de nossa pesquisa a respeito de sua vida escolar, quando lhes perguntamos que lembranças eles tinham de suas escolas e de suas aulas de Física e que sugestões eles dariam para que o ensino de Física se aproximasse daquele que eles gostariam de ter vivenciado. As respostas dadas foram muito ricas, independentemente do nível de escolarização dos entrevistados, possibilitando-nos inferir que a escola desempenhou um papel bastante importante para a maior parte deles, conforme se pode depreender das falas abaixo:

*MN4. Eu acho que foi muito útil para mim. Tem muitas coisas que até hoje eu não vi na minha vida aqui dentro da Empresa, que eu não vi. Sobre ondas, ondulatória, aquilo eu não vi, só vi na escola. Então quer dizer que hoje se eu for conviver eu esqueci praticamente, quase tudo, se acaso, se for para eu lembrar, se eu vir aquela matéria em pauta, eu vou lembrar. Mas para eu fazer uma análise descritiva eu não vou conseguir. Não é que para mim não foi útil, mas eu acredito que setenta e cinco por cento do eu vi foi muito útil.*

---

*MN5. Pra mim foi bom, para mim tem me servido até hoje, em todos os aspectos de vida, eu pude captar, para mim serviu, o que eu acho que devia melhorar é aula de laboratório...*

De uma maneira geral, os depoimentos apresentaram questões mais gerais e articuladas a respeito da escola e da física. Contrastando com as demais, a grande tônica das observações feitas pelos operadores estava mais voltada para questões mais específicas e relativas à sala de aula, talvez por que, para eles, a experiência escolar seja apenas aquela experimentada no Segundo Grau (Ensino Médio), muitas vezes supletiva, o que pode ser entendido como um limitador de sua percepção a respeito de outras atividades escolares além da sala de aula. Chamando a atenção de que os operadores são identificadas com o código OP, apresentamos algumas falas que exemplificam essa nossa observação:

***OP2.** Eu acho que fazer mais exercício de fixação. É muito pouco exercício de fixação, o professor coloca no quadro, passa uns 2, 3 exercícios e já pula para uma próxima matéria e passa mais 2, 3 exercícios e pronto acabou. Eu acho que se passasse mais exercício de fixação para o aluno fazer ... o que acontece é muitas vezes ele te dá um exercício e você fala: é só isso, e ele: só, aí chega na prova e ele muda. É a mesma coisa, eu só coloquei esse número a mais. Mas nós não aprendemos desse jeito, porque falta mais exercício, fixação em vários tipos.*

---

***P.** Se fosse fazer um curso, você tem uma lista de conteúdos, se fosse pra fazer um curso, como é que você acha que deveria ser desenvolvido esse conteúdo?*

***OP7.** Teria que começar tipo, desse uma passada na física primeiro a nível de primeiro grau né, depois fosse aprofundando, pegando uma parte mais importante tipo o que é usado aqui e aprofundado nisso daí.*

***P.** O que é usado aqui, pra daí você pegar um curso.*

***OP7.** Não só o que usa aqui, e sempre nos cursos, o ideal seria um curso completo, mesmo. Só você aprender o que usa aqui fica meio sem jeito né, você perguntar o que usa aqui você sabe, depois pergunta, uma pessoa fala, ah, você fez um curso de física. Fiz. Aí te faz um pergunta lá, você só usou o que estava aqui, você não vai saber responder, eu acho o ideal é saber tudo.*

---

***OPI.** Eu digo, assim que vê a parte repetitiva do negócio, às vezes um professor dá um assunto e passa várias contas pra pessoa resolver e aí até ela pegar, vamos dizer, assim dentro de uma sala de aula, a pessoa tem que fazer cinco a seis contas, mesmo que seja diferente uma das outras, pra poder pegar o assunto. Dentro de um laboratório você faz uma ou duas com o tempo um pouco mais prolongado e pega qualquer tipo de problema dentro daquele assunto é isso o que eu imagino da aplicação dessas duas maneiras.*

***P.** Em forma de conteúdo, em termos de conteúdos, o que você acha que seria interessante, como é que você vê o conteúdo que você teve de física comparado com o que você desenvolve aqui?*

***OPI.** Eu acho um conteúdo bom. Talvez no meu curso eu não tive uma carga horária tão pesada, né, a parte de conteúdos eu tive bastante coisa, digo assim pela pauta que você me passou. Ali tem praticamente um conteúdo fechado no segundo grau e bem grande do assunto que foi passado. Eu lembro que tive um mínimo contato.*

Tivemos também a impressão de que foi bastante bem vinda a todos os participantes a oportunidade de falarem dos seus estudos de Física e de darem suas opiniões sobre como ele poderia ser, haja vista a extensão dos depoimentos, particularmente longos.

A esse respeito, pareceu-nos ser quase unânime a opinião, confirmada pelas suas falas, de que a Física na escola deveria ser mais prática, que deveria haver mais atividades de laboratório, que os assuntos deveriam ser desenvolvidos tendo em mente suas aplicações, principalmente as industriais e que o ensino de Física deveria privilegiar as relações com as atividades do dia a dia, opiniões essas, até certo ponto, concordantes com as expressas por pesquisadores da área de Ensino de Física, principalmente no tocante às atividades práticas e às relações com o cotidiano. A discordância, entretanto, se estabelece no tocante às aplicações industriais, reflexo de suas atividades profissionais e dos interesses imediatos em vincular de maneira direta um conhecimento escolar à uma aplicação estrita.

*P. Em termos de organização, tá. Como é que você imagina que seriam as aulas interessantes de física?*

*MN2. Que haja teoria e prática, não é. Laboratório, muito laboratório. Que as escolas tivessem laboratórios, porque geralmente as escolas não têm laboratórios. A maioria das escolas não têm laboratório e seria importantíssimo.*

---

*P. Em termos de forma de abordagem desses conteúdos nessa escola que você está imaginando aí, como é que seriam desenvolvidos esses assuntos?*

*MN3. Ah, teria que ser explicado desde o começo. Desde aonde surgiu como é que é, o que é, para que serve, aonde que é aplicado, entendeu? Que essa parte de onde é aplicado, já abre bastante a cabeça do leigo não é, aprender também.*

---

*P. Como é que ela seria diferente pra você, como é que ela deveria ser pra te agradar?*

*OP6. Menos teoria né, mais prática. Fazer com que o aluno tenha uma visão diferente, tipo essa que eu tive.*

*P. O que é uma visão diferente?*

*OP6. É não trabalhar muito em cima de cálculo, escrever muito, mas é mostrar o que acontece ao seu redor.*

---

*P. Vamos, vamos ... Que sugestão que você daria hoje para o teu professor de física, para que o curso ficasse mais...*

*OP10. Que o aluno entendesse melhor...*

*P. Exatamente.*

*OP10. Exemplo, dar exemplo, não falar ... mostrar. Entende? Mostrar, pegar objeto e mostrar, olhe é assim, assim. E essa aula ... O aluno, ele ia entender bem melhor, ele ia pegar a matéria, ele ia desenvolver bem melhor, e mesmo depois ele não ia esquecer mais.*

*P. Certo.*

*OP10. Porque ele viu. Uma coisa que a gente vê, que a gente sai do livro, a gente não esquece. Uma coisa que o professor fala hoje, só fala teoria, você não vê, você esquece. Eu acho assim ...*

---

*EPI. Eu acho que tem sempre que relacionar com a física onde vai ser aplicada. Acho que a física aplicada é onde a gente ... Pra mim é mais fácil visualizar isso.*

*P. Hum , Hum*

*EPI. Pegar fórmula, ver como é que é a coisa ... e depois, ao mesmo tempo ir fazendo uma relação com o que, onde é aplicado e como é aplicado. Isso é muito importante, nas coisas que eu ...*

---

*SVI. Eh ... incrementava com mais aulas práticas ... tentar trazer exemplos de física para tentar relacionar física com o dia a dia das pessoas, não é. Eh ... que eu me lembro, é basicamente isso que eu poderia...*

Além desses aspectos mais ligados à natureza dos assuntos escolares e da forma como eles deveriam ser abordados, foram também feitas menções a respeito do papel e influência dos professores de Física. Para eles, o professor é peça fundamental no desenvolvimento das atividades dessa disciplina e de suas relações com o mundo, tanto no cotidiano quanto no do trabalho, conforme se pode verificar em algumas dessas transcrições:

*OP3. Eu acho que tudo depende do professor, depende do jeito que ele conversa com o aluno, eu acho que ele deveria dar mais atenção a todos, é difícil você pegar um grupo de 60 alunos, é difícil você atender a todos eles, mas o professor tem que se esforçar, toda pessoa tem que aprender aquilo...*

---

*P. Sugestão para o professor, faz desse jeito que dá certo.*

*OP11. Eu acho que seria assim, por exemplo, como ele, algumas aulas que a gente teve, ele chegou nesse ponto, ele falou olha: eu não quero só ensinar Física para vocês, chegar e falar está aqui no livro é assim, assim você faz tudo e vai dar certo e pronto, não. Eu quero mostrar para vocês como que vocês utilizam isso no dia a dia ...*

---

*EP2. Na formação já na escola, não é? Talvez a conscientização dos próprios professores, tipo tentar ficar mais perto do mercado, assim como nós estamos conversando hoje. Eu não sei qual que é o nível de relacionamento que os professores tem com, se eles próprios se preocupam com isso. Acho que os próprios professores de física não estão direcionados, não sei se eles conseguem ver esse mesmo caminho de redução de consumo de energia, se é uma tendência.*

---

*TC4. Ó professor, é o seguinte: hoje física é uma matéria que eu senti essa dificuldade, que é o seguinte: ela é uma matéria fácil de aprender, desde que o instrutor na frente goste do que está fazendo. É que nem essas histórias que eu falei para o senhor, eu tinha o professor de aula prática, ele adorava dar aula de física e aquilo,*

*o jeito dele apresentar a física, o jeito dele fazer toda a demonstração da aula, a física começa a ser algo interessante dentro da tua vida. Que você vê física em todo o lugar que você vai. Agora quando o professor entra numa sala de aula aonde que ele não consegue, ele, ele, ele mesmo fazer o raciocínio da própria física, a elaboração, a explicação, professor, não há cristão que aprenda ...*

Além de ressaltar a importância do professor no processo educacional, foram também sugeridas formas de abordagem, que permitiriam um melhor aproveitamento das aulas de Física, indicando, intuitivamente, algumas das metodologias de trabalho e estudo sugeridas para quem pretende sair do esquema tradicional de aula de quadro e giz.

**MN2.** *O que ele aprender, no caso, ele calcula uma alavanca. Ele fazer essa alavanca, essa que ele calculou, ele vai lá para o laboratório e ele faz ela para ele sentir, então ele cria e ele pratica, não é? Então ele sente, o devido valor. E no decorrer de todo o tempo ele vai sentindo que ele vai ver que ele está pisando só em cima de física. Ele respira física ele vive a física.*

---

**OP11.** *Foi uma diferença geral, porque a sala inteira era tudo novo, 17, 18 anos, e ninguém queria saber de nada com nada. Ai quando ele começou a falar, até me lembro quando nós entramos na parte de eletricidade, ele usou como exemplo essas torres de luz, ali vai, engloba dilatação, conservação de energia, tinha mais, a estrutura, tudo aquilo ali envolve Física, então foi o 1o tema que ele pegou nessa parte de eletricidade, transmissão. Então foi aonde que todo mundo começou: pô, eu moro embaixo. Ele falou: você mora embaixo, agora você sabe que tipo de energia que está te afetando, você acha que é só energia de cima? Ele explicou para nós que é uma perda de energia, dos cabos, dos fios. Ele falou assim: você sabia que você podia ter até um problema de câncer? Ai dele começou ... então todo mundo começou.*

(...)

**OP11.** *A parte de aerodinâmica, a maioria do pessoal tinha carro. Se falasse o que era, a definição de aerodinâmica ninguém sabia. Então foi a partir desses itens que ele começou a trabalhar e que a gente foi melhorando.*

---

**EP2.** *... que poderia pedir para que os alunos fossem atrás das pesquisas, sempre estimular o aluno a correr atrás e não o professor ter que sair correndo atrás de ... porque realmente fica uma carga muito grande para o professor, mas acho que se passar para grupos de trabalho de maneira que então vamos fazer um trabalho sobre uma determinada área de física...*

---

**TC3.** *O professor pegar no final de todo o curso de mecânica toda a parte de física e falar, vamos desenvolver um trabalho junto com a Empresa e dar uma liberdade e fazer um acordo, vamos dizer, com a Empresa e de por um grupo de alunos aqui, estudando determinado problema e desenvolvendo um certo projeto como se fosse fazer uma tese. Vamos dizer, seria uma mini tese né, com curso técnico de segundo grau.*

Outro aspecto que foi abordado pelos diversos entrevistados, com exceção dos operadores, que na sua maioria não tocaram nesse tema, foi a sua visão da relação entre a Empresa e a escola. Na opinião deles, essa relação deveria existir, quer seja através de estágios, de trabalhos com aplicação imediata ou de atividades ligadas aos interesses das empresas. Pudemos perceber, entretanto, diferenças na forma de entendimento dessa questão, dependendo da função desempenhada na Empresa pelos entrevistados.

Para os supervisores (**SV**), engenheiros de processo e produto (**EP**) e funcionários da manutenção (**MN**) e entre a escola e a Empresa deveria haver uma cooperação, na qual "todos ganham", onde seja possível "trocar experiência" e realizar "intercâmbio" de conhecimentos e experiência, conforme se pode depreender das falas seguintes:

***MN4.** ... acho que a escola hoje em dia ela não está preparada para acompanhar a eletro com a Empresa. Por mais que a escola ou o colégio tente se ... acrescentar coisas novas é difícil acompanhar uma empresa. Essa geralmente está com uma tecnologia aí de ponta,... mas a partir do momento que se tem algum, digamos a escola ou o colégio tenha algum contato com a empresa, há troca de informação. A escola faz junto com a Empresa, eu acho que seria de muito proveito mesmo. Para o aluno é ganho, para o professor e para a Empresa. Todos saem, todos ganham, digamos que a escola desenvolve algum projeto com a Empresa, a Empresa treina alguns alunos lá, convive ou dá alguma explicação sobre isso. Acho que isso é de muita importância. Acho que isso no Brasil é algo falho e que seria muito importante.*

---

***EP2.** Se é claro para eles isso. Porque se é um professor ligado diretamente ao meio estudantil, talvez ele esteja um pouco fora da realidade que está acontecendo no mercado, porque essas informações sofrem influência direta dos países desenvolvidos. Então, talvez, até alguns professores tenham essa consciência, do que está acontecendo, o cara tem que estar bem informado, trocar experiência com os outros professores de fora. Então, talvez, alguns professores tenham já conceitos muito mais avançados, até técnicas de ensino direcionado às tendências de mercado, melhor do que eu possa querer descrever. Mas eu acredito que não são todos. E como fazer esta consciência entre os professores é que não consigo imaginar isso*

---

***SV3.** Bom, a principal sugestão, acho que a Física na escola tinha que se aproximar mais da Empresa. Essa é uma coisa que deveria acontecer né. Os professores deveriam estar mais presentes, fazendo um tipo de intercâmbio, alguma coisa pra que o ensino da Física fosse mais direcionado pra utilidade prática da coisa, né. Que às vezes fica falando lá alguma coisa, nuclear e tal, física nuclear que, aqui no Brasil infelizmente a gente não vai utilizar muito, né. Então, às vezes, perde-se um pouco de tempo com uma porção de coisas que a gente não utilizaria no dia a dia. Mas aí a escola tinha que se aproximar mais da Empresa, né.*

Por outro lado, o mesmo tema, abordado pelos funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas, revela que essa relação, na opinião deles, deveria ser de subordinação da

escola à produção, inclusive reduzindo os objetivos da escola ao atendimento das demandas da Empresa. Para eles, deveria existir um canal de comunicação entre essas duas instâncias, principalmente para que os interesses da Empresa fossem atendidos. O trecho das entrevistas que selecionamos é esclarecedor a esse respeito:

*P. ... acha importante existir esse tipo de relacionamento, essa relação empresa/escola, como é que poderia ser feita?*

*RP2. Eu acho que deveria ser um canal mais aberto e a Empresa ser chamada a participar disso. Eu acho que a empresa ... porque a empresa, ela tem um fim muito claro né, que ela busca (...) do seu trabalho, é a eficácia dos seus processos, a sua utilidade né, tem como objetivo a manutenção de (...) com a comunidade, mas na sua base a empresa, ela vive para a eficácia. E a escola ela tem como objetivo maior a demanda para atender a empresa. As empresas de um modo geral. Então esse é um canal que deveria vir, sabe, da escola, a empresa ela está tão ocupada com o seu fim maior, né, que ela acaba não se dedicando por meio que (...) e no mercado como a gente está tão competitivo, ela sempre dá um jeito de atender a sua demanda. Ela sempre dá um jeito ...*

*P. A empresa se vira mais facilmente.*

*RP2. A empresa se vira porque o mercado está muito competitivo.*

*P. E a escola não.*

*RP2. E a escola não, então na minha opinião pessoal, professor, esse é um canal que deveria vir, deveria ser digamos assim oriundo da escola, porque o fim da escola é preparar as pessoas para que elas tenham uma independência e possam entrar no mercado de trabalho. Esse é o fim da escola. Né, então para que ela possa atender ao seu fim, eu acho que ela precisaria ter esses canais estabelecidos. Enquanto que o fim da empresa é a manutenção das pessoas que já estão na empresa, a sua rotatividade e tudo mais né, eu acho que aí deveria ter uma canal, alguma coisa nesse, um elo de ligação.*

Conforme pudemos verificar, esse canal de comunicação entre esta empresa e a escola, pretendido pelos funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas, mesmo sob a égide da subordinação da escola à Empresa, não existe. Entretanto, apesar dela não utilizar o espaço de influências através desse canal, ela o tem exercido de maneira indireta sobre os seus funcionários e sobre aqueles que a procuram em busca de emprego, através da exigência de escolarização, tanto para o ingresso quanto para a permanência no emprego. Dada a importância dessa situação, característica dessa última década, procuramos verificar como os participantes da pesquisa vêem essa necessidade de buscar por escolarização e conhecimento.

### 3.3 Ter frequentado escola significa...

Uma das questões discutidas no primeiro capítulo deste trabalho diz respeito às exigências que hoje incidem sobre os trabalhadores, em função dos novos paradigmas da produção industrial. Se num processo produtivo de concepção fordista, conforme Hirata (1994), Assis (1994) e Moraes e Ferretti (coords., 1999), exige-se do trabalhador força e habilidade para operar as máquinas, na produção flexível há intensificação de novas tecnologias de base microeletrônica incorporadas à produção industrial e as exigências passam pela escolarização e por novas habilidades, tanto para o acesso como para a manutenção do emprego.

No trabalho de campo, pudemos observar que essa tendência de aumento da necessidade de novos conhecimentos tem influenciado significativamente a forma com que os trabalhadores da empresa investigada vêem a importância da escolarização e do conhecimento, tanto para obter o emprego como para mantê-lo. A situação observada aproxima-se intensamente das descrições que têm sido feitas pelos pesquisadores das relações entre a Educação e Trabalho, tais como Carvalho (1994), Saviani (1994), Assis (1994), Frigotto (1998a e 1998 b), Shiroma (1999), Kuenzer (1999) e Moraes e Ferretti (coords., 1999).

A importância atribuída à escolarização pelos sujeitos de nossa pesquisa pode ser descrita tanto segundo o ponto de vista do Serviço de Recrutamento de Pessoas, encarregado de definir os parâmetros para as contratações dos trabalhadores pela Empresa como sob o dos trabalhadores já contratados.

Sob o ponto de vista da Empresa, ela começou a ser explicitada na entrevista que fizemos com os funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas, responsáveis pela implementação da política de emprego da Empresa, quando se enfatizou que seria desejável o segundo grau mesmo para funções que os responsáveis pelo setor definiram como "básicas".

*RP2. Mesmo nos cargos básicos nossos, tem algumas áreas em que o cargo básico, por exemplo, auxiliar de serviços gerais, ou auxiliar de expedição, tal ... Mesmo para esses cargos básicos já tem algumas áreas que estão colocando que seria desejável o segundo grau. Há pouco tempo se batalhou para que o primeiro grau fosse obrigatório. Mas, se a pessoa tem segundo grau é melhor.*

Eles também apontaram que a escolarização tem grande importância pois contribui para a construção de uma "melhor concepção de mundo", indicando ainda que ao longo dos últimos anos, esta exigência vem crescendo de tal forma que

*RPI. (para) ... cargos que era exigido só alfabetização, passou a se exigir primeiro grau. Em atuações como inspetor da qualidade que era só primeiro grau, passou a exigir segundo grau. Cargos que era só segundo grau, é segundo grau técnico. E*

*no caso de supervisão de manufatura que era exigido só segundo grau, passou a ser exigido curso de engenharia"*

Esses mesmos funcionários ressaltaram que *"não há mais espaço"* para ingresso de trabalhadores apenas alfabetizados e que tem havido um grande empenho para que os remanescentes consigam no mínimo certificação equivalente ao Ensino Fundamental (antigo 1º Grau). Nesse sentido, conforme fomos informados, desde longa data, ainda quando era uma organização tipicamente familiar, a Empresa tem procurado oferecer condições de escolarização a seus trabalhadores através da manutenção de uma escola no terreno da própria fábrica, escola esta que, dadas as mudanças nas exigências de escolarização mínima para contratação, deixou de ofertar cursos de Ensino Fundamental (antigo primeiro grau) para se dedicar aos de Ensino Médio (antigo segundo grau) e técnico pós-médio<sup>35</sup>.

Nas palavras deles, a escola da Empresa

**RP2.** *Está mudando o foco do primeiro grau. Porque, como antes as pessoas eram admitidas com menos do que o primeiro grau, a escola, ela supria essa deficiência. Agora com o foco ... com no mínimo o primeiro grau a escola está, digamos, trabalhando em cima desse remanescente, desse saldo que ficou, tem o primeiro grau e está tendo como objetivo, se concentrar no segundo grau a partir de um determinado período.*

**RP1.** *Ela já está né, ampliando sua atuação a nível de segundo grau, normal né, convencional, e está atento também para cursos técnicos, né. Então a escola tem hoje o curso de técnico em qualidade industrial em parceria com a Tecpar, e o curso de refrigeração, técnica em refrigeração ... com o CEFET.*

Esse aumento de exigência de escolarização, ainda na opinião desses funcionários, público alvo de boa parte dos programas de treinamento da Empresa, *"facilita"* e faz com que *"os treinamentos sejam mais baratos"*, pois é *"difícil você trazer novas tecnologias quando as pessoas não têm o conhecimento dos fundamentos básicos"*. Além disso, conforme já havíamos colocado, outros fatores, ligados à certificação ISO 9000 também têm influenciado o aumento da exigência de escolarização:

**RP2.** *Eu creio que toda essa questão do trabalho em função da ISO, né, também. Todo o trabalho em função da ISO chegou na Empresa com um questionamento muito grande, em relação a como que as pessoas iam conseguir absorver os conceitos. Como é que as pessoas iam entender as novas, essa nova forma de processar o produto, com um nível de escolaridade pequeno. Isso demanda delas aqui na Empresa um esforço muito grande. Que a Empresa nos dias de hoje acaba não tendo tempo e nem condições em termos de custo para, para operacionalizar.*

Outros aspectos, mais relacionados a comportamentos, foram também arrolados pelos funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas como relevantes para o aumento da exigência da escolaridade. Tomando como exemplo a *"área de expedição, que é simplesmente carregar produtos e colocar no caminhão"*, serviço para o qual *"teoricamente não se precisaria ter escolaridade"*, eles ressaltaram que seria importante ter primeiro grau porque se ganharia *"tendo um melhor relacionamento com chefia, tendo uma maior contribuição de idéias, mais fácil relacionamento com recursos humanos"*, o que facilitaria o entendimento de uma série de situações, porque tanto a comunicação como o nível de argumentação seria melhor.

Além disso, conforme foi exposto, trabalhadores com uma escolarização mínima poderiam ser aproveitados em outras atividades, pois *"hoje ele está preparado para carregar caminhão mas ele pode ser treinado para montar um freezer"*, o que representa um estímulo à continuidade dos estudos.

De acordo com eles, essa escolaridade mínima para contratação é estabelecida em função das necessidades do próprio cargo e do que a pessoa irá fazer na fábrica e faz parte de uma ficha descritiva do cargo a ser preenchido. Essa ficha tem uma série de informações e

***RPI.** A partir da descrição do que a pessoa vai fazer, chega a ser até, o que ela vai precisar em termos de habilidade técnica, de conhecimento formal, para trabalhar e isso daí é um consenso em termos de, por exemplo, eh, o quanto isso vai agregar naquele cargo, se realmente é por aí, qual o conhecimento que aquele cargo vai ter dentro de uma estrutura de cargos maiores para a própria Empresa.*

Entretanto, pelo que nos foi informado, nessa ficha não são feitas exigências de conhecimentos específicos, pois apenas são solicitadas informações a respeito de como o candidato amadureceu e cresceu na profissão no passar do tempo, o que nos permite supor que, sendo definida a escolaridade mínima exigida, da parte relativa ao conhecimento específico parte-se do pressuposto que a escola já deu conta. Deseja-se saber a respeito das pessoas candidatas ao emprego,

***RPI.** Que bagagem profissional que ela vai ter, né? Aonde ela amadureceu, né. Então se é para trabalhar em engenharia de produtos, o que ela fez nesse sentido? O que ela avançou, em que empresa ela trabalhou, que ela desenvolveu produtos. É através do trabalho da manufatura, onde ela trabalhou com processos de fabricação. Mas essa questão tanto de química, física, não é avaliado.*

---

<sup>35</sup> É interessante registrar a trajetória da escola da Empresa, que começa com características altruísticas de seus proprietários para com os funcionários para passar a integrar, nos dias de hoje, junto com outras instâncias, os mecanismos de capacitação e qualificação ditados por determinações externas a ela.

No outro lado da questão, sob a ótica dos funcionários, a escolarização, nos dias de hoje, tem sido considerada um dos importantes fatores para a permanência no emprego. Pelo fato da Empresa ter passado recentemente por um período de transição que incluiu modificações tanto na forma de gestão quanto na de produção, tivemos oportunidade de conversar tanto com funcionários que começaram a trabalhar quando o critério de contratação passava mais pela habilidade do que pela escolarização como com funcionários que foram contratados pelo fato de terem, em princípio, a escolarização mínima exigida. Convém lembrar que, como condição de nossa pesquisa, todos os entrevistados tinham, no mínimo, escolarização equivalente ao Ensino Médio<sup>36</sup>.

Nesse universo de pesquisa, praticamente todos os entrevistados que têm alguma responsabilidade na seleção e treinamento de trabalhadores, tais como os supervisores e os técnicos, apresentaram razões que justificavam a escolaridade mínima exigida para contratação pela Empresa. Da mesma forma como verificamos na entrevista com os funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas, a maior parte dessas justificativas relacionava-se mais com atitudes favoráveis ao aprendizado, ao treinamento ou ao relacionamento, do que com conhecimentos específicos para o desempenho de suas atividades na fábrica.

De certa forma, por serem responsáveis pela execução da política de contratação da Empresa, antevêm na escolaridade uma forma de garantir que uma série de habilidades e competências, requeridas pela forma de produção dos dias de hoje, sejam incorporadas à força de trabalho ao menor custo possível (Moraes e Ferretti, coords. 1999; Tanguy, 1997).

Assim, *"a pessoa que tem um segundo grau, ela tem um raciocínio lógico muito mais rápido, daí a resposta dessa pessoa é muito mais rápida"*, o que faz com que ela responda melhor a um treinamento, dando um resultado *"maior do que se fosse uma pessoa de primeiro grau"* (SV3).

Além disso, ponderam que *"a capacidade de aprender dessa pessoa"* (a que tem segundo grau), é um dos fatores que a diferenciam da que estudou apenas até o primeiro grau, pois

*TC3. ... uma pessoa que já estudou até o segundo grau vai ter uma capacidade de aprender mais desenvolvida. Não dizendo que quem está no primeiro grau nunca vai poder fazer isso. Não, é estudar e fazer o segundo grau para desenvolver essa capacidade de aprender.*

---

<sup>36</sup> 1) A escolaridade de todos os participantes da pesquisa está registrada no **Anexo 2** - identificação dos participantes e descrição de funções; 2) Na época de nossa pesquisa de campo, apenas aos funcionários da montagem era permitido escolarização de Ensino Fundamental (primeiro grau) ou inferior. Informações recentes nos dão conta de que hoje são pouco os casos, mesmo entre os montadores, de funcionários com apenas o Ensino Fundamental (antigo primeiro grau)

Outro aspecto apontado relaciona-se à maior capacidade de compreensão atribuída a quem tem Ensino Médio (segundo grau) quando comparado com uma outra com apenas Ensino Fundamental (primeiro grau). Entretanto, como em outros momentos, é ressaltado o papel classificatório e excludente desempenhado pela escola:

*TC4. ... nem sempre as pessoas de segundo grau ganham das pessoas de primeiro grau em competência, não é? Esse que é o grande problema, mas a parte cultural da coisa, a tendência é a pessoa de segundo grau entender um pouco melhor e mais rapidez em aprendizagem.*

Ainda nesse sentido de comparação, porém com o foco mais voltado para um relacionamento profissional, um outro técnico resalta a importância da escolarização, principalmente pelos conhecimentos a ela inerentes:

*TC4. É muito mais fácil você tratar com uma pessoa de segundo grau do que uma pessoa de primeiro grau, devido já ao conhecimento que ele tem de escola referente à matemática, referente à física, referente à trigonometria e a outras coisas mais ...*

Essa importância atribuída à escolarização presente nas falas anteriores, feitas por técnicos e supervisores, funcionários co-responsáveis pela definição de parâmetros para a contratação, entretanto, não é integralmente compartilhada pelos operadores de máquinas. Na rede dos nossos entrevistados, eles são os de mais baixa escolaridade e desempenham o papel de executores de atividades, sendo suas ações e decisões praticamente restritas ao âmbito de sua máquina, diferentemente dos demais participantes da pesquisa, que têm responsabilidades mais amplas. Talvez por isso eles atribuam um papel mais importante à experiência do que à escolarização, e não vejam o conhecimento escolar da mesma forma que os demais.

Para eles, muitas vezes a exigência de escolarização é interpretada mais como uma norma, como algo que está lá para constar, que é uma exigência do mercado. Pelo que pudemos perceber, as justificativas estão bastante vinculadas ao fato de que, para fazer, basta saber operar as máquinas e isso a escola não ensina.

Perguntados sobre o porquê da exigência e da necessidade do Ensino Médio (segundo grau) para exercer as funções que eles exercem, eles responderam:

*OP5. Olha ai ... eu acho que não ... inclusive pediram 2o grau ... inclusive tem pessoa que entrou que não tinha completo, eu acho que é mais uma exigência para a seleção mesmo, tipo uma norma deles.*

---

*OP8. Eu acho que é uma questão mais pra constar ali que você tem o segundo grau, eu acho que no serviço aqui não tem nada a ver.*

(...)

**OP8.** *Tem, tem muita gente que tem o primeiro grau aí, e é capaz de fazer o serviço muito melhor do que quem tem às vezes o segundo grau.*

(...)

**OP8.** *Porque você não usa, as coisas que você aprende, digamos, no segundo grau você não usa aqui.*

---

**OPI0.** *Eu não sei. Eu não vejo diferença. Não vejo. Talvez porque o mercado lá fora, tudo, estão exigindo, o porquê eles estão exigindo, também não sei. (risos) Bom, é lógico, se você tem um estudo, uma, uma maneira de expressar melhor ... ou outras coisas que eu não sei, é difícil também, pra gente... Porque ali onde eu trabalho, as pessoas que não têm e têm é uma coisa só. Faz a mesma coisa. A mesma profissão. Quem tem segundo grau não faz melhor. Talvez eles tenham uma facilidade em outras coisas, não sei.*

---

**P.** *Agora em termos de operação da máquina, precisaria?*

**OP3.** *Eu acho que não porque tem muita gente nessa fábrica aqui, tanto na 1 como na 2, que essas pessoas sabem tocar o equipamento como eu sei e as pessoas não tem nem o 1º grau, tem a 4ª série, então eu acho que isso dá prática, só que a política da empresa é essa aí, ela quer uma pessoa com 2º grau para tocar o equipamento, porque veja, o estudo é o que vale, se não tiver estudo você ... trabalha de servente de pedreiro, fica o resto da vida assim.*

Apesar disso, esses mesmos operadores se classificam em função de sua escolaridade. Para eles, fica clara a existência de uma hierarquia estabelecida em função dos cursos frequentados. Além disso, estabelecem uma relação direta entre escolarização e conhecimento, o que pode ser visto na fala desse operador:

**P.** *Tá. Suponhamos que seja um sujeito de primeiro grau, que esteja operando ou um de segundo grau, ou um sujeito que tenha um curso técnico...*

**OPI0.** *Ah, o técnico (risos) . Ele explica melhor. Que ele sabe mais. Com certeza.*

**P.** *Ele localiza mais facilmente o defeito pro cara da manutenção?*

**OPI0.** *Sim.*

**P.** *E entre o segundo grau e o primeiro grau? Quem que localiza melhor, na sua opinião?*

**OPI0.** *Lógico que é o segundo. Porque quanto mais conhecimento, mais facilidade. Certo?*

**P.** *Tá, conhecimento de que tipo?*

**OPI0.** *De tudo.*

**P.** *Qualquer que seja?*

**OPI0.** *De qualquer que seja, por ele saber mais.*

Nesse mesmo sentido, eles não deixam dúvida de que os funcionários que fizeram curso técnico<sup>37</sup>, tanto nas Escolas Técnicas como no CEFET, são "melhores" que eles, pois, *"com certeza, a pessoa que tem o curso técnico é mais entendida do que uma pessoa que tem só o segundo grau"* (OP11). Apesar de saberem que o curso técnico (integrado, ao qual se referem) tem a mesma duração que o do Ensino Médio, eles acreditam que

**OP11.** *... uma pessoa que tem o curso técnico ela tem ... pode até ter o mesmo tempo, mas ela tem uma explicação melhor, ela vai ter um diploma, vai ser técnico da coisa, então eu acredito que ela vai saber mais do que uma pessoa que tem só o 2º grau.*

Essas posições podem, aparentemente, contradizer a idéia por eles anteriormente exposta de que a escolarização não influencia em nada no seu serviço e que o que vale é a prática. Porém, analisando-as sob o enfoque de que na produção flexível são exigidos e valorizados outros comportamentos além de saber operar as máquinas, podemos verificar que eles acabam por dizer, em outras palavras, o mesmo que os demais funcionários, pois, ao atribuírem à escolarização a responsabilidade de lhes darem condições de explicar melhor o que está acontecendo, eles não estão dizendo que o técnico ou o funcionário com Ensino Médio sabe operar melhor a máquina, mas sim, que sabe se comunicar melhor.

Talvez seja por entender assim, que o operador do qual reproduziremos parte de sua fala, se contrapõe à opinião de que a escola não contribui efetivamente para o desempenho das atividades na fábrica, e a ela atribui outros papéis além daquele relacionado à transmissão de conhecimentos, tais como melhorar a capacidade de comunicação, fato que já havia sido apontado por outros entrevistados:

**P.** *Você consegue identificar facilidades em que outras coisas? O que você acha?*

**OP10.** *Não. Vou citar assim...um exemplo. Tipo assim... Ai, agora, agora eu vou falar, meu preparador, tipo assim, ele tem o primeiro grau. Ele tem uma dificuldade assim de conversar com as pessoas. Uma dificuldade assim, uma maneira mais, sabe né, eu acho que se ele estudasse, isso ia melhorar, né? Ia melhorar bastante, um exemplo assim né, que eu estou dando. É, a pessoa assim que não estuda, é uma, fala com uma pessoa ... não querendo criticar, ele trata as pessoas que nem ignorante, e tal, né. Eu acho que nisso muda. E se tivesse estudo também, não só o segundo grau, mas se tiver assim, o terceiro grau assim. A maneira de você lidar com essas pessoas, é diferente. Eu acho que é aí que muda, nesse sentido, assim.*

Além desses aspectos, detectamos também a importância por eles atribuída à escolarização e a alguns conhecimentos específicos para a obtenção e manutenção do emprego.

---

<sup>37</sup> Conforme já havíamos registrado, nenhum dos participantes da pesquisa teve sua escolarização realizada nos moldes da nova LDB. Assim, aqui, quando se fala em técnico, está se falando no aluno formado pelo antigo curso técnico integrado.

Ficou evidente, em diversas falas, em acordo com o que já havia sido anteriormente colocado, que o espaço de trabalho, pelo menos nesta Empresa, está diminuindo e até se fechando para quem não tem uma escolarização no mínimo equivalente ao Ensino Fundamental (primeiro grau). Também foi possível verificar a existência, na opinião deles, de uma relação quase que direta entre a escolarização e o emprego, que favorece, na opinião de um supervisor, àqueles que têm uma formação técnica:

*P. Que tipo de escola daria mais conta de uma empregabilidade?*

*SV5. Não só hoje como ontem, é a área técnica. Eu acho que essa área principalmente, com a atividade, com a tecnologia avançada que a gente tem, C.L.P, robotização, hoje, a indústria automobilística que trabalha basicamente com robôs, quer dizer, sozinho? não. Alguém tem que programar, alguém tem que dar manutenção, porque ele se estraga também...*

Essa mesma questão é corroborada por um operador que declara que *"a pessoa que fez o segundo grau, a pessoa que tem técnico chega numa firma, preenche a ficha e fala que tem um técnico, eu acho que ela tem mais chance, mais chance de ser aprovada"* (OP8), na qual ele explicita, ao mesmo tempo, a sua visão a respeito da importância que atribui à escolarização para a obtenção de um emprego e à hierarquia entre os diversos cursos escolares.

Por outro lado, a idéia da importância atribuída à escolarização para se manter empregado é reforçada e justifica o esforço de um operador para continuar a estudar, pois para ele,

*OPI0. ... o estudo, ele é importante, né. Não importa a idade da gente. Eu batalhei muito pra estudar. Se dependesse da minha vontade, teria saído mais cedo de casa para estudar. Porque eu sei que o estudo, ele é importante pra todos, né? Emprego, desenvolvimento, a pessoa tem maior facilidade pra conseguir um emprego, né, porque se não tiver estudo não é nada. Certo? E hoje eu faço informática, no futuro pretendo fazer enfermagem. Não pretendo parar.*

Por último, um comentário a respeito da inclusão de conhecimentos de Física no processo de contratação na Empresa. Apesar de identificarem a presença de conhecimentos de Física nas máquinas e nos processos industriais da Empresa, os funcionários declararam que não houve exigência explícita desses conhecimentos para sua contratação, fato que só confirmou o que já havia sido exposto pelos funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas. Na opinião de alguns dos respondentes, principalmente daqueles que, na sua função, participam do processo de seleção de novos trabalhadores, isso não acontece porque, quando se monta um perfil de candidato, e se exige uma certa escolaridade, *"teoricamente (nele) já estão embutidos alguns conceitos de física"* (SV1).

Além disso, de uma maneira geral, quando perguntados se incluiriam conhecimentos de Física se tivessem a responsabilidade de encaminhar pedidos de contratação, foram poucas as respostas afirmativas e mesmo assim não muito convincentes. A idéia que prevaleceu foi a de que se está especificado no perfil de contratação a exigência de escolarização, "*subentende-se que quem tem 2º grau tenha um nível de conhecimento de física o necessário*" (EP1).

Se, por um lado eles não vêem a necessidade de incluir conhecimentos de Física para a contratação, por serem específicos, preferindo os de caráter mais geral, por outro, esses conhecimentos são declarados como presentes no dia a dia das atividades profissionais, facilitando, na opinião de alguns, o entendimento do exercício de suas funções na fábrica. Essa distinção de importância entre conhecimento gerais e específicos foi associada, por um supervisor (SV3), à obtenção e à manutenção do emprego. Na opinião dele, "*o que dá mais empregabilidade, eu acho que, hoje em dia, é o específico, né?*", situação que se aplica quando é necessário se manter o emprego. Por outro lado, para a obtenção, "*o geral, o conhecimento geral prevaleceria nesse caso*".

Com esse último quadro, cremos ter conseguido completar nossa abordagem a respeito da Física e de algumas das instâncias em que é possível a circulação desses conhecimentos, tomando como referência a Empresa que investigamos. No nosso entendimento, conseguimos pelo menos delinear alguns dos parâmetros que vão possibilitar a aproximação entre os conhecimentos escolares de Física e as novas tecnologias de produção.

Entretanto, além dos resultados que tivemos a oportunidade de apresentar e que vieram de encontro às propostas da pesquisa, outros questionamentos e considerações, decorrentes da investigação e que se originaram no decorrer do trabalho, acabaram por acontecer e dada a sua importância, serão apresentados em nossas reflexões finais.

## **Reflexões Finais**

Este trabalho foi desenvolvido tendo em vista a possibilidade de interação entre conhecimentos escolares de Física e os processos de produção industrial de uma Empresa montadora de eletrodomésticos da linha branca, que incorporou recentemente equipamentos de alta tecnologia em seu parque industrial.

Desde o seu início, o estudo foi conduzido com o objetivo de, em primeiro lugar, analisar caminhos que possam aproximar a Física proposta para ser desenvolvida na escola, daquela presente nas máquinas e processos industriais calcados nas novas tecnologias de produção; em segundo, demonstrar a tese de que há, nessas atividades industriais, um significativo conjunto de conhecimentos de Física, que apesar de serem reconhecidos como tais pelos trabalhadores, não são propostos como assuntos escolares nas escolas de Ensino Médio.

Conforme havíamos planejado, para dar conta desses propósitos, fizemos visitas à Empresa, conversamos com diversos funcionários, aplicamos questionários e realizamos entrevistas. A análise das informações coletadas permitiu verificar que nossa tese estava correta. De fato, percebemos haver várias atividades na indústria que dependem de conhecimentos de Física para serem entendidas, e que muitos destes conhecimentos não são ensinados nas escolas.

Com relação ao desafio da aproximação entre a Física escolar e as novas tecnologias de produção, para melhor entender a questão de como essa aproximação (ou afastamento) foi se dando no decorrer do tempo, recorremos às possíveis contribuições da história da educação e da formação profissional. Esse suporte teórico, aliado aos resultados empíricos de nossa pesquisa, nos permitiu verificar que essa aproximação não só é possível como desejada (e sob alguns aspectos pode ser considerada como já existente), tanto pelos responsáveis pelo recrutamento de novos trabalhadores, quanto por eles próprios.

Considerado o caráter aberto da investigação proposta, além das informações específicas sobre os assuntos da Física escolar presentes no processo produtivo e que foram apresentadas no corpo do trabalho, outras informações foram também obtidas, o que permitiu que realizássemos, em diversos momentos de nosso trabalho, uma série de reflexões, algumas das quais, por julgarmos relevantes, serão apresentadas a seguir.

## **1 Algumas considerações**

A primeira delas diz respeito à relação entre a escolaridade e a posição hierárquica dos trabalhadores na fábrica. Até a investigação, havíamos tomado contato com esse tipo de implicação a partir de leituras e discussões, e sabíamos que, na fábrica de hoje, usualmente o tipo de trabalho desempenhado dependia do nível de escolarização dos funcionários. Pudemos verificar isso na prática, pois no nosso estudo, apesar de todos os participantes terem no mínimo o Nível Médio, somente os portadores de certificados de segundo grau propedêutico ou supletivo operavam máquinas, não sendo encontrado nenhum técnico desempenhando essa função. Mesmo sendo legalmente equivalentes, na prática, havia entre eles uma hierarquia, reconhecida e aceita pelos próprios trabalhadores.

No tocante ao específico da Física, essa diversidade nos levou a considerar que existem diferentes tipos de conhecimentos, que correspondem a diferentes exigências profissionais. Todos os trabalhadores investigados tiveram acesso, na escola, a um conjunto de assuntos escolares de Física que podiam ser considerados básicos e que foram desenvolvidos, em sua maior parte, sem que fossem abordados seus aspectos práticos. Por serem em geral propostos e desenvolvidos de forma fragmentada e desvinculados de aplicações, no nosso entendimento, esses conhecimentos não estão mais dando conta de ajudar a explicar as máquinas de hoje. Contribuem para a composição de um quadro que permite aos trabalhadores operarem as máquinas, mas não entendê-las, de tal forma que se caracterizam como um conjunto limitado de conhecimentos escolares de Física, típico dos operadores, funcionários de menor escolarização.

Além desses, percebemos que há outros, característicos do processo industrial analisado, e que são aprendidos na vivência da fábrica, muito mais através da observação e discussão do funcionamento das máquinas e dos processos do que de treinamentos. O entendi-

mento dos processos de produção tem como pressuposto o domínio dos conhecimentos básicos, aos quais nos referimos anteriormente. Percebemos que eles foram identificados, ou pelos funcionários com maior escolaridade, nestes incluídos os técnicos industriais, ou por aqueles que têm mais experiência ou maior mobilidade no chão de fábrica, fatores que, de certa forma, excluem os operadores e incluem os técnicos e os funcionários de manutenção. Entretanto, no nosso entendimento, apesar de mais abrangentes, continuam sendo conhecimentos clássicos, usualmente propostos e desenvolvidos em escolas técnicas ou em cursos superiores, e não permitem explicar a lógica do controle de operação das máquinas modernas.

Essas considerações iniciais nos levaram a tecer uma outra, que começa por indagar qual conhecimento de Física pode contribuir para explicar o funcionamento das máquinas de alta tecnologia da Empresa. Pelo que pudemos perceber ao visitar a fábrica e observar detalhadamente as máquinas, os conhecimentos que possibilitariam tal feito, em parte, são aqueles que foram listados na Tabela 5.

Essa última observação, entretanto, nos leva a ponderar, a partir dos índices de alguns livros dessa disciplina, que o ensino escolar de Física, de uma maneira geral, não tem contribuído significativamente para o entendimento da lógica de controle e operação das máquinas modernas, pois o conhecimento solicitado, em geral, não é nem proposto para as escolas de Ensino Médio.

Nesse sentido, como a Física vai se aproximar das necessidades de conhecimento presentes na produção industrial? Talvez isso possa ocorrer se a disciplina fizer chegar à sala de aula assuntos contemporâneos que abordem questões presentes no mundo da tecnologia que perpassa nossos dias. É conveniente registrar que essa preocupação já começou a surgir nas discussões dos pesquisadores em Ensino de Física e está relativamente presente em alguns poucos livros didáticos, tais como os do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), assim como nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física.

Entretanto, apesar do avanço que tais iniciativas possam representar em termos de abordagem e de propostas de conteúdos de Física para o Ensino Médio, elas não têm conseguido romper os limites da escola e atender as expectativas e necessidades dos alunos do Ensino Médio que são ou serão trabalhadores, difundindo os conhecimentos necessários para que deixem de ser meros apertadores de botões e leitores de painéis de controle.

Para completar, uma terceira consideração, relacionada ao esforço de aproximação entre a escola e a empresa, que imaginamos deva ser feito. A impressão que tivemos ao falar com diversos funcionários, tanto do Serviço Recrutamentos de Pessoas quanto Supervisores e Gerentes, é que a Empresa tem pressa. O seu empenho é para que tudo seja feito com qualida-

de e no menor tempo possível, pois o seu ritmo é ditado pelo mercado. Como empresa, cremos que, apesar de necessitar e exigir funcionários cada vez com maior escolarização, ela não quer perder tempo com essa formação.

À escola, por sua vez, compete assumir a sua parcela de responsabilidade em preparar o cidadão e não o futuro empregado de uma empresa específica. Isso, se acontecer, é consequência também do seu trabalho. A natureza do trabalho realizado pela escola, assim como o seu ritmo, são diferentes dos da Empresa. Se a Empresa tem objetivos imediatos, a escola os têm a longo prazo.

Pensando em termos de tempo, não se pode pretender formar um cidadão em pouco tempo de estudos (a média brasileira de quatro anos e meio tem sido considerada muito baixa), pois este período de escolarização formal é, muitas vezes, o único da vida de algumas pessoas. Por outro lado, a Empresa espera que a adaptação de um funcionário às suas novas funções seja feita no menor intervalo de tempo possível.

Dado esse conflito, essas ponderações iniciais nos levam a concluir que é a escola o segmento com melhores condições de responder positivamente ao desafio da aproximação com as novas tecnologias, pois é ela quem tem mais flexibilidade para reelaborar seus programas e conteúdos. Talvez justamente por isso ela seja tão pressionada para que se reestruture de conformidade com as exigências do mercado, fato que tivemos a oportunidade de verificar recentemente com as discussões das propostas de Reforma do Ensino Médio e da Educação Profissional.

Essa ânsia por rapidez, entretanto, introduz uma contradição no processo de aprendizado exigido para os trabalhadores. Ao mesmo tempo que se impões que se perca pouco tempo com a adaptação de um trabalhador ao seu novo posto, e isso só acontece se o seu aprendizado for feito através de um treinamento rápido e objetivo, deseja-se que os trabalhadores sejam mais flexíveis e consigam entender a máquina, o que demandaria uma formação mais geral, possível apenas com uma escolarização mais demorada.

Dessa forma, embora seja possível a aproximação, ela não está ainda resolvida, pois, além das questões inerentes à subordinação de uma instância à outra, temos uma questão mais fundamental a resolver, a de como processar tal aproximação.

Uma das contribuições que acreditamos possam ser dadas nesse sentido deriva da ampliação de horizonte que experimentamos a partir de nossa experiência com a pesquisa. Dada a nossa trajetória profissional, que cremos não ser muito diferente da maior parte dos professores de Física, nunca trabalhamos em indústria nem tivemos oportunidade de acompa-

nhar as suas rotinas, restringindo-se nosso contato com o barulho, com o calor e com o ritmo de produção industrial a algumas visitas de caráter técnico, sempre assépticas e distantes.

Após essa experiência, começamos a perceber como pertinentes algumas das propostas oriundas de participantes da pesquisa que, ao declararem suas expectativas, sugerem que tanto os alunos como os professores façam visitas ou estágios a segmentos do setor produtivo, para que, conhecendo um pouco melhor o processo industrial, possam fazer com que os assuntos a serem desenvolvidos em sala de aula não sejam tão desprovidos de significado.

## **2 Perspectivas de novas investigações**

Ao terminarmos essas considerações, temos a consciência de que muito ainda há a pesquisar a respeito das relações entre a Física escolar e a produção industrial. Essa certeza se fundamenta no fato de termos encontrado poucos trabalhos a respeito desse assunto na produção acadêmica nacional, razão pela qual, por vezes, nos sentimos sem interlocutores.

Por entendermos que esse é um campo de investigação que poderia ser mais explorado, haja vista as suas implicações na formação dos alunos futuros trabalhadores, apresentamos algumas das interrogações com as quais nos deparamos durante nosso trabalho e que poderiam ser mais aprofundadas. Destas, enumeramos:

1. Por diversas vezes tivemos a oportunidade de ouvir explicações ricas em detalhes de Física daqueles operadores (chamo a atenção para os operadores porque sua escolaridade é a mais baixa do grupo de entrevistados) que haviam acabado de declarar que sabiam nada ou quase nada de Física. De onde vem esse conhecimento: da escola, de sua prática, de sua vivência externa? Qual a contribuição de cada uma dessas fontes (cremos haver outras) para a constituição deste saber?

2. Qual o papel e a importância da Física na constituição de um corpo de conhecimentos que aborde os avanços tecnológicos atuais e como ele poderia vir a se transformar em conhecimento escolar? Já há algum tempo temos acompanhado as discussões no campo do Ensino de Física e temos visto o esforço realizado no sentido de dotar as propostas de Física com abordagens e conteúdos mais atualizados. Cremos, reforçando nossas considerações, que esse deveria ser um campo de investigação a ser aprofundado, tomando como referência, além da escola, o mundo do trabalho e os locais onde esses conhecimentos se materializam.

3. Na mesma linha de reflexão, cremos que seria interessante resgatar como foram se organizando no tempo as propostas de ensino presentes nos livros didáticos de Física, questionamento surgido da comparação entre as propostas contidas em antigos livros de Física e nos atuais, nos quais há um enxugamento de assuntos, sobrevivendo muito mais os que estabelecem relações macroscópicas com o mundo do que aqueles que abordam aspectos elementares da constituição da matéria. Se tomarmos como premissa que existe uma interrelação entre educação e organização da produção, seria interessante um estudo que analisasse como essa seleção foi se constituindo com o passar do tempo. Se num determinado instante a proposta dos livros dava conta de responder a uma organização fordista, fragmentada, da produção, como explicar sua organização nos dias de hoje, caracterizado, em parte, por uma produção flexível, que exige uma articulação e um outro tipo de conhecimento?

4. Uma outra questão a ser investigada é a organização da Física no contexto da Reforma da Educação propostas pela LDB 9394/96 e particularmente na Reforma da Educação Profissional preconizada pelo Decreto 2208/97. Temos acompanhado essa discussão e visto que, com a extinção dos cursos técnicos integrados, extinguiu-se também a possibilidade de articulação mais imediata entre assuntos de Física apresentados teoricamente e sua aplicação, quer seja em laboratórios didáticos ou mesmo em disciplinas de caráter técnico-profissional. Além disso, temos visto que na organização de cursos pós médios, previstos na legislação, pouca atenção tem sido dada às disciplinas de formação geral, e em particular à Física, partindo-se do pressuposto que sua proposição e execução estariam sob responsabilidade das escolas de Ensino Médio. Nesse sentido, cremos que seria de grande propriedade uma investigação sobre a constituição das propostas de Física para o Ensino Médio tendo como referência essa preocupação, principalmente pelo fato de que os atuais Parâmetros Curriculares Nacionais dão abertura para essas proposições.

5. Finalizando, gostaríamos de ver atualizada uma investigação a respeito dos papéis e função dos técnicos nos sistemas produtivos industriais. Realizada por Machado (1989a) no início da década de 80, mereceria ser revisitada por terem se modificado significativamente as condições, tanto de formação quanto de trabalho desse profissional. Considerado de grande importância por gerentes e supervisores da Empresa que investigamos, verificamos que suas respostas, na nossa investigação, confirmaram o descrito no trabalho anteriormente citado, por terem ficado quase sempre numa posição intermediária. Entretanto, modificando-se as condições de formação e as suas funções na fábrica, como deveria se caracterizar esse novo papel? Teria sido correta a decisão a extinção do modelo de formação integrado ao Ensino Médio ou será que o momento é o da substituição desse profissional por um outro, de es-

colarização mais elevada tal como o tecnólogo, que tem curso superior? Com quais consequências?

São essas, enfim, algumas das questões que, no decorrer do trabalho, nos chamaram a atenção e que julgamos interessantes serem investigadas. De forma alguma, elas abrangem todas as que pretendíamos abordar. Ao contrário, abriram um leque de opções para futuras pesquisas e nos deram a sensação e a certeza de que, apesar de termos chegado ao final de nossa investigação, nosso trabalho está apenas se iniciando.

## **Anexos**

Anexo 1 - Assuntos lembrados, por grupo

Anexo 2 - Identificação dos participantes e descrição de funções

Anexo 3 - Quadros gerais de respostas

Anexo 4 - Intensidade de presença de assuntos, por indicação estimulada, por grupo

Anexo 5 - Tópicos e assuntos ordenados por intensidade de presença

Anexo 6 - Documentos gerais da pesquisa

Anexo 7 - Modelos dos instrumentos aplicados

Anexo 8 - Índices de livros didáticos

Anexo 9 - Trechos de transcrições de entrevistas

## **Anexo 1**

### **Assuntos lembrados, por grupo**

**Supervisores**  
**Engenheiros de Processo e Produto**  
**Técnicos**  
**Funcionários da Manutenção**  
**Operadores de Máquinas**

## Grupo Supervisores Assuntos lembrados

<b>Identif.</b>	<b>Assuntos</b>
<b>SV 1</b> 33 anos 11 anos Sup.Manut. 2G tec ELT CEFET1983 3G ProcDad 1999	Por atuar na área técnica a utilização da Física é constante, como: Velocidades, potências, aceleração, forças Termometria Líquidos Vasos pressurizados Eletricidade
<b>SV 2</b> 32 anos 11 anos Sup. Prod. 2G tec Mec CEFET1989 3G Cienc.Ec 2000	
<b>SV 3</b> 32 anos 12 anos Sup.Manufat 2G tec MEC CEFET1988 3G Cienc Ec 1994	Unidades Massa específica, peso e medidas Velocidade, aceleração, inércia (movimentos), torque, força Estados da matéria (sólido, líquido, gasoso) Noções de calor, transmissão, temperatura, trocas de calor Som, acústica Intensidade luminosa, reflexão (brilho) Corrente elétrica, eletricidade, motores elétricos e condutores Estrutura e propriedade dos materiais
<b>SV 4</b> 33 anos 4 anos Sup.Manufat 2G prop. 1981 3GengQuím Produção 1989	Confecção e interpretação de gráficos Cinemática Mecânica dos fluídos Termodinâmica e transmissão de calor, Geração de vapor
<b>SV 5</b> 38 anos 12 anos Sup. Manut. 2G tec MEC CEFET1982 3G Tec. Proc. Dados 1996	Cálculo de força, de massa Velocidade, Equilíbrio Vazão Tensão, corrente e resistência elétrica.

**Grupo Engenharia de Processos e Produtos**  
**Assuntos lembrados**

<b>Identif.</b>	<b>Assuntos</b>
<b>EP 1</b> 41 anos 2 anos Eng.Proces. 2G tecMEC ETEP-1978 3G Eng.Ind. Mec. 1993	Análise dimensional (definição de fórmulas), Unidade de medidas (SI), Gráficos Densidade/peso específico/massa Movimentação de material (rosca) Gravidade (ensaios gravimétricos) Estudo de tempos Esforços mecânicos (força, atrito) Resistência a tração, compressão, impacto, etc. Torque Mudança de estado de materiais, Transmissão de calor, Revestimentos térmicos/isolação Hidráulica-pressão/potência/trabalho Transparência
<b>EP 2</b> 34 anos 10 anos Eng.Espec. 2G tecCont. 1981 3G EngMec 1988	Estática – decomposição de força, momento, cisalhamento Termodinâmica – estudo de troca de calor entre os corpos Eletricidade
<b>EP 3</b> 29 anos 1 ano Coord.Proj. 2G TecMEC CEFET1987 3G EngMec. 1995	Gráficos e funções Estática, cinemática, dinâmica, Atrito Movimento retilíneo e circular Inércia, energia Estados físicos e propriedades da matéria, Termodinâmica (calor, temperatura), dilatação Ótica, luz Eletricidade

## Grupo Técnicos Assuntos lembrados

Identif.	Assuntos
<b>TC 1</b> 21 anos 4,5 anos Téc.Manufat 2G téc MEC CEFET1995 3GAdmEmp 1999	Sistema internacional de unidade Medida de tempo e distância Torques Noção e uso do vácuo na indústria Geladeira e refrigerador, misturas refrigerantes
<b>TC 2</b> 26 anos 7 anos TécManufat Proc.Químico 2G proped. 2G tec IPE 1989-1996 3G QuimInd 2000	-Eletrostática: todos os processos de pintura utilizados são eletrostáticos -Diferença de potencial (oxidação): novos produtos (geladeiras, etc) durante o seu desenvolvimento, atentamos para possíveis pontos na sua estrutura metálica que possam apresentar diferença de potencial entre materiais e consequentemente oxidação. -Eletrólise: solução eletrolítica formando pilha galvânica (oxidação) eletroquímica. -Gaiola de faraday: na pintura pó, cantos de peças com ângulo de 90° apresenta dificuldade para deposição de tinta.
<b>TC 3</b> 21 anos 3,5 anos Tec.Manufat 2G tec MEC CEFET1995 3GadmEmp 1999	Unidades de grandezas, N, kg, °C, medidas internacionais de temperatura, pressão, velocidade, massa, etc. Cálculos de força, velocidade Leis de Newton, força (ação e reação) Temperatura, Transmissão de calor, Comportamento/mudança de estados dos materiais Energia eletrostática
<b>TC 4</b> 31 anos 11 anos Anal.Custos Metalurgia 2G proped. 1990 2G TecMEC CEFET 1995	Sistema Internacional de Unidades Gráficos no geral Medidas de forças Ferramentas e Mecanismos

## Grupo Manutenção Assuntos lembrados

Identif.	Assuntos
<b>MN 1</b> 28 anos 1,5 ano Man. ELN 2G Téc ELN CEFET1990 3Geng Mec 2001	Forças, Vetores Termologia, temperatura Lei de Coulomb, lei de Faraday, Cálculo de corrente, tensão, resistência, potência
<b>MN 2</b> 39 anos 10 anos Man. Mecân 2G supletivo 1998 MecGer. SENAI-1973	Unidade de medidas, gráficos, escala, Sistema Internacional de Unidades, Peso específico, densidade Movimentos, velocidade, atrito, rotações, torque, movimentos de engrenagens Ação de líquidos na hidráulica (cilindros hidráulicos), manômetro Temperatura, termômetros, dilatação térmica, estados da matéria, sólido, líquido e gasoso Viscosidade Vibrações, ruídos Dispersão da luz Pilhas e baterias, solenóides, lâmpadas, força motriz
<b>MN 3</b> 29 anos 7 anos Man. 2G téc ELN ET-Criciuma 1986 3G Adm. Marketing 2001	Notação científica Velocidade Termometria, refrigeração, dilatação Eletricidade, potência Pressão
<b>MN 4</b> 24 anos 2 anos Eletr. Manut. 2G téc Adm. 1992 ELT CEFET 1999	Notação científica Mecânica dos movimentos, velocidade Pressão Termometria, refrigeração, dilatação térmica Eletricidade, potência
<b>MN 5</b> 33 anos 4 anos Man.Mecan. 2G téc.MEC CEFET 1985 3G Eng.Prod. Mec (1ano)	Sistemas de unidades Momentos, forças em geral, leis de equilíbrio, trações e compressões Sistemas de alavancas Movimentos retilíneo e variável, velocidades, acelerações, desacelerações, movimentos circulares Tensores, temperaturas, resistências.
<b>MN 6</b> 31 anos 9 anos Manutenção 2G supletivo 1990 Eletr.SENAI	Cálculo de corrente (Ampere) de motores em geral, cálculo de potência (watt) de disjuntores, contadores e relés térmicos, Associação de resistores.

## Grupo Operadores Assuntos lembrados

Identif.	Assuntos
<b>OP 1</b> 19 anos 1 mês técnico em plásticos 2g. técnico 1997	Tabelas e gráficos, potências, unidades de medidas, Velocidades, movimentos uniformes, movimentos uniformes variados, inércia, leis de Newton, aceleração, Pressões, fluídos, gases, sólidos, líquidos, Temperaturas, transformações de escala de temperatura, dilatação, contrações, condutores térmicos, Luz (reflexão e refração), lentes (côncavo, convexo), Eletricidade
<b>OP 2</b> 35 anos 4 anos op. Máq. Termof.Rigo 2 g. prop. 1998 2,5aIPE ELT	Sistema Internacional de medidas (comprimento e tempo). Deslocamento e caminho percorrido (Pitágoras). Energia = trabalho de uma força
<b>OP 3</b> 25 anos 6 anos Op.Espuma. 2G.tec.Cont. 1991	Velocidade, peso e massa, Temperatura, Pressão, manômetro, Controle de ruídos.
<b>OP 4</b> 41 anos 14 anos insp.qualid. linha 2g suplet. 1978	Devido ao próprio tempo, praticamente eu esqueci tudo, mas me lembro de ter aprendido sobre Pesos, Temperatura Elétrica,
<b>OP 5</b> 30 anos 4 anos op. Máq. Lin. System 2g prop. 1989	Controle de velocidade, Cálculo de tempo Controle de pressão,
<b>OP 6</b> 25 anos 4 anos tec.qual.ind. 2g prop. 1990 (2m.CEFET)	Medidas: usamos instrumentos de medição Peso: usa-se a balança para verificar o peso das bobinas. Velocidade: quantas peças eu faço por hora. Força: usamos para pegar alguma coisa ou empurrar os carinhos com as peças. Mecânica: seria o movimento das ferramentas. Ex.: prensas, dobradeiras, etc.. Pressão: para acionar as dobradeiras. Pneumático: para acionar as prensas. Som: seria o barulhos das máquinas Eletricidade: faz com que as máquinas funcionem e também nos dá a claridade
<b>OP 7</b> 34 anos 5 anos op. Turbo pintura 2g tec Cont. 1984	Movimentos circular e retilíneos Variação de temperatura. Termômetros Pressão dos manômetros. Energia e trabalho

<b>Identif.</b>	<b>Assuntos</b>
<b>OP 8</b> 27 anos 2 anos op. Maq. Injetora 2g magist. 1989	Meios que dizem respeito ao movimento, posição, velocidade e tempo. Movimento periódico Massa de um corpo Potência (uma máquina é mais potente que outra) Máquinas simples (o homem criou instrumentos que facilitam sua ação, ampliando a força aplicada (talha, alicates, chave de fenda) Temperatura Dilatação térmica (os sólidos ao sofrerem um aquecimento se dilatam, ao serem resfriados, se contraem) Som e ruídos Dispositivos de manobra (servem para acionar ou desligar um circuito elétrico (chave, interruptor) Resistências elétricas (temperaturas)
<b>OP 9</b> 27 anos 2 anos (metalurgia) op. Máq. Injet 2g tec. Adm. 1994	Temperatura, Calorimetria, Trocas de calor, Equilíbrio térmico, Evaporação
<b>OP 10</b> 20 anos 4 anos manufatura 2g supletivo 1997	Queda livre, Potência de 10, Cinemática, Leis de Newton, Temperaturas, Termodinâmica Reflexão da luz, Refração da luz Capacitores, Potencial elétrico
<b>OP 11</b> 28 anos 3,5 anos Pintura 2 g supletivo 1998	Cinemática, Calorimetria, Termodinâmica, Carga elétrica, Princípio da Eletrosfera
<b>OP 12</b> 32 anos 10 anos op. Maq. (2a) Espumação 2 g supletivo 1995	Volume, peso, densidade, Movimento Retilíneo Uniforme, deslocamento de um corpo, velocidade, aceleração, tempo medida e distância de um corpo, massa, força mecânica. Pressão, vazão, Temperatura, reação de líquidos (gases) para pressão e temperatura (fórmulas)
<b>OP 13</b> 38 anos 14 anos op. Espumação (11 anos) 2 g supletivo 1996	Massa, volume, densidade, medida de tempos, Velocidade, movimento, ação e reação, Temperatura, Pressão, força de saída e chegada, vapor de gases, líquido para sólido, viscosidade do material.
<b>OP 14</b> 30 anos 10 anos op. Maq Termoform. 2g supletivo 1994	Deslocamento, Velocidade, Tempo

## **Anexo 2**

**Identificação, descrição da função, assuntos lembrados,  
por que saber, assuntos adicionais, por grupo**

**Supervisores  
Engenheiros de Processo e Produto  
Técnicos  
Funcionários da Manutenção  
Operadores de Máquinas**

**Grupo Supervisores**  
**Identificação, descrição da função,**  
**assuntos lembrados, por que saber, assuntos adicionais**

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>SV 1</b> 33 anos 11 anos Sup.Manut. 2G tec ELT CEFET1983 3G ProcDad 1999	Supervisionar e coordena manutenção preventiva e corretiva e máquinas e equipamentos industriais, utilizados no processo de fabricação de refrigeradores Análise de defeitos e causas em equipamentos Análise e desenvolvimento de melhorias e modificações em equipamentos e processos industriais	Por atuar na área técnica a utilização da Física é constante, como: Eletricidade, termometria, velocidades, líquidos, vasos pressurizados, potências, aceleração, forças, potências		
<b>SV 2</b> 32 anos 11 anos Sup. Prod. 2G tec Mec CEFET1989 3G Cienc.Ec 2000	Coordenar grupo de pessoas na área de estamparia e pintura Difundir melhorias no processo Utilizar ferramentas da qualidade para solucionar problemas Treinamento para pessoas: segurança do trabalho, ISSO 9000, Kaizen, etc. Acompanhar documentos destinados a ISSO 9000		Adaptar exemplos da indústria em exemplos teóricos no conteúdo	
<b>SV 3</b> 32 anos 12 anos Sup.Manufat 2G tec MEC CEFET1988 3G Cienc Ec 1994	Supervisão de turnos de trabalho (62 pessoas) Selecionar, treinar e analisar desempenho dos colaboradores. Supervisão e apoio técnico no processo de injeção de termoplásticos Confecção e acompanhamento de orçamento de dispêndios Gerenciamento da produção através do Software ABS/400 e Kanban Análise de indicadores de Performance e promover melhorias Cronoanálise, roteiros de fabricação, aquisição de novos equipamentos Manter a capacidade de equipamentos e moldes de injeção	Estados da matéria (sólido, líquido, gasoso) Corrente elétrica, eletricidade, motores elétricos e condutores Som, acústica Noções de calor, transmissão, temperatura, trocas de calor Unidades Velocidade, aceleração, inércia (movimentos), torque, força Massa específica, peso e medidas Estrutura e propriedade dos materiais Intensidade luminosa, reflexão (brilho)	Os conteúdos que atualmente não estão presentes nas minhas atividades profissionais, citadas no anexo, são interessantes, pois as inovações tecnológicas estão cada vez mais rápidas e presentes no parque industrial brasileiro, portanto, apesar de conhecimentos específicos, os profissionais atualmente tem que Ter os conhecimentos gerais, para o Domínio das novas tecnologias. E na minha função é necessário ser provedor de conhecimento, para poder auxiliar no desempenho das pessoas.	

Identif.	Atividade	Assuntos	Por que saber	A mais
<b>SV 4</b> 33 anos 4 anos Sup.Manufat 2G prop. 1981 3GengQuím Produção 1989	Supervisão das áreas de Metalurgia, Fosfatização e pintura: Programas para melhorias da qualidade (CEP, PDCA....) Escalas de trabalho, programação de TPM. Provisão orçamentária, Acompanhamento da programação da produção. Política de atendimento ao cliente interno. Segurança no Trabalho. Treinamentos	Termodinâmica e transmissão de calor Cinemática Mecânica dos fluídos Geração de vapor Confecção e interpretação de gráficos	Como engenheiro Químico, acho útil os conteúdos de resistência dos materiais, máquinas, eletricidade e noções de eletrônica, pois além de trabalharmos com processos e produtos químicos, muitas vezes nos deparamos com máquinas e equipamentos eletrônicos, que serão parte do nosso processo Não só alunos, mas também professores deveriam estreitar sua relação com a indústria, a fim de direcionar o ensino às necessidades das empresas no que diz respeito a profissões, ou melhor, cursos que formam profissionais para esta área.	
<b>SV 5</b> 38 anos 12 anos Sup. Manut. 2G tec MEC CEFET1982 3G Tec. Proc. Dados 1996	Instalações de máquinas e equipamentos Manutenção preventiva e corretiva em máquinas industriais Reparo de estruturas mecânicas Coordenação de equipe Manutenção de moldes de estampa e injeção de plástico	Cálculo de força, de vazão, de velocidade, de massa, de tensão, corrente e resistência elétrica. Equilíbrio	Em função da diversidade das atividades da área de engenharia de fábrica (manutenção), quanto maior os conhecimentos há uma possibilidade bem maior das soluções dos problemas e aplicabilidade de melhorias.	

**Grupo Engenharia de Processos e Produtos**  
**Identificação, descrição da função,**  
**assuntos lembrados, por que saber, assuntos adicionais**

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>EP 1</b> 41 anos 2 anos Eng.Proces. 2G tecMEC ETEP-1978 3G Eng.Ind. Mec. 1993	Definição de parâmetros para injeção. Elaboração de processos de transformação de plásticos por injeção Cálculos de viabilidade econômica para investimentos Definição e análise de projetos de peças plásticas Análises comparativas de ensaios mecânicos de materiais plásticos	Resistência a tração, compressão, impacto, etc. Mudança de estado de materiais Transmissão de calor Movimentação de material (rosca) Densidade/peso específico/massa Estudo de tempos Revestimentos térmicos/isolação Unidade de medidas (SI) Hidráulica-pressão/potência/trabalho Esforços mecânicos (força, atrito) Gravidade (ensaios gravimétricos) Transparência Análise dimensional (definição de fórmulas) Gráficos. Torque	Máquinas a vapor Características de ondas Motor combustão interna Magnetismo	Reologia de materiais em transformação. Rugosidade superficial para aplicação em aderência Número de Reynolds Densidade aparente
<b>EP 2</b> 34 anos 10 anos Eng.Espec. 2G tecCont. 1981 3G EngMec 1988	Responsável pela condução de projetos de novos produtos, desde a fase de desenvolvimento até a implantação do projeto em linha de produção Estabelecer "target price" para itens novos, visando redução de custo e melhoria d qualidade Revisar as listas de materiais, cronogramas de projetos e procedimentos da qualidade segundo a ISO 9000	Estática – decomposição de força, momento, cisalhamento Termodinâmica – estudo de troca de calor entre os corpos Eletricidade	Na parte de acústica, apesar de Ter assinalado como presente e de grande intensidade o controle de ruídos é baseado em normas e equipamentos, porém é difícil identificar as causas e a melhor maneira para redução ao nível de ruído A parte de corrente elétrica nos eletrólitos seria de grande importância para definição dos materiais na área de projeto a fim de evitar a formação de pilha e corrosão de um dos materiais aplicados no processo produtivo.	

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>EP 3</b> 29 anos 1 ano Coord.Proj. 2G TecMEC CEFET1987 3G EngMec. 1995	Coordenar grupo de trabalho de projetos de novos produtos (atualmente freezers) Desenvolvimento/melhorias de sistemas de refrigeração aplicados a freezers e refrigeradores Melhoramentos visando redução de custo do produto Desenvolvimento de fornecedores Elaboração de especificações de peças	Atrito Estados físicos e propriedades da matéria Estática, cinemática, dinâmica Inércia, energia Movimento retilíneo e circular Ótica, eletricidade, luz Gráficos e funções Termodinâmica (calor, temperatura) Dilatação	O mercado de trabalho atual é muito competitivo e de alta rotatividade. Conceitos que não são utilizados hoje podem tornar-se necessários em caso de alteração do foco ou ramo de atividade exercida.	Método científico para análise de experimentos Efeito estufa. Importância da camada de ozônio

**Grupo Técnicos**  
**Identificação, descrição da função,**  
**assuntos lembrados, por que saber, assuntos adicionais**

Identif.	Atividade	Assuntos	Por que saber	A mais
<b>TC 1</b> 21 anos 4,5 anos Téc.Manufat 2G téc MEC CEFET1995 3GAdmEmp 1999	Manutenção do processo produtivo de montagem de refrigeradores e freezers domésticos e comerciais, desenvolvimento de novos projetos de produto/processo, desenvolvimento de novos processos e equipamentos	Medida de tempo e distância, sistema internacional de unidade, torques, noção e uso do vácuo na indústria, geladeira e refrigerador, misturas refrigerantes.		
<b>TC 2</b> 26 anos 7 anos TécManufat Proc.Químico 2G proped. 2G tec IPE 1989-1996 3G QuimInd 2000	Desenvolvimento de novas tecnologias, como tintas, solventes, materiais (matérias primas) para pré tratamento (fosfatos) buscando aumentar a qualidade das peças pintadas com redução do custo industrial. Dar manutenção aos processos de pré e tratamento de superfícies, solucionando problemas rotineiros de fostatização e aplicação de tintas. Monitorar e controlar o consumo das matérias primas e consequentemente o custo das mesmas nos produtos finais (freezers e geladeiras)	-Eletrostática: todos os processos de pintura utilizados são eletrostáticos -Diferença de potencial (oxidação): novos produtos (geladeiras, etc) durante o seu desenvolvimento, atentamos para possíveis pontos na sua estrutura metálica que possam apresentar diferença de potencial entre materiais e consequentemente oxidação. -Eletrólise: solução eletrolítica formando pilha galvânica (oxidação) eletroquímica. -Gaiola de faraday: na pintura pó, cantos de peças com ângulo de 90° apresenta dificuldade para deposição de tinta.	Ampliar os conhecimentos proporcionando melhoria nos processos de pintura eletrostática, galvanostegia, corrosão (pilha galvânica), cura (polimerização) de tintas com raios ultra violetas e infravermelho, segurança no trabalho (controle de ruídos, acústica)	

Identif.	Atividade	Assuntos	Por que saber	A mais
<b>TC 3</b> 21 anos 3,5 anos Tec.Manufat 2G tec MEC CEFET1995 3GadmEmp 1999	Balanceamento de linha de produção Ações corretivas no processo de montagem Redação de especificação de processo Melhorias contínuas de processo Cálculos estatísticos (CEP) Treinamento para operadores	Unidades de grandezas, N, kg, °C, medidas internacionais de temperatura, pressão, velocidade, massa, etc. Leis de Newton Transmissão de calor, força (ação e reação) Comportamento/mudança de estados dos materiais Cálculos de força/velocidade/temperatura Energia eletrostática	Na minha opinião, na área de tecnologia industrial é importante possuir o conceito de todos os tópicos citados, pois dentro de uma indústria você sempre os encontrará de alguma forma, e principalmente no atual conceito de que o profissional deve ser capaz de atuar em várias áreas, o conhecimento geral é importante. Porém, acho que durante a formação acadêmica o aluno deve Ter a liberdade de escolher dentro do campo da física, os quais ele deseja se aprofundar (focado à área que este quer atuar)	
<b>TC 4</b> 31 anos 11 anos Anal.Custos Metalurgia 2G proped. 1990 2G TecMEC CEFET 1995	Analista de custo: análise e justificativa, custeio de desvio, acompanhamento de baixa. Matéria prima (estoque) Analista Metalurgia: iniciando na função: acompanhamento do processo de estampagem, melhoramento de processos existentes, dar suporte técnico no processo	Gráficos no geral Sistema Internacional de Unidades Ferramentas e Mecanismos Medidas de forças		

**Grupo Manutenção**  
**Identificação, descrição da função,**  
**assuntos lembrados, por que saber, assuntos adicionais**

<b>Identific.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>MN 1</b> 28 anos 1,5 ano Man. ELN 2G Téc ELN CEFET1990 3Geng Mec 2001	Manutenção de equipamentos e máquinas eletrônicas e programáveis Programação, interpretação de diagramas elétrico-eletrônicos	Lei de Coulomb, lei de Faraday, Forças, Vetores Termologia, Cálculo de corrente, tensão, resistência, potência, temperatura	O principal interesse é conhecê-los para empregar em outra atividade, diferente da atual ou até similar	
<b>MN 2</b> 39 anos 10 anos Man. Mecân 2G supletivo 1998 MecGer. SENAI-1973	Manutenção mecânica preventiva e corretiva em máquinas industriais. Preenchimento de solicitações de compras de materiais (peças) e serviços Relatórios referentes	Unidade de Medidas, peso específico, gráficos, escala, sistema Internacional de Unidades, velocidade, atrito, densidade, movimentos, rotações, torque, movimentos de engrenagens, ação de líquidos na hidráulica (cilindros hidráulicos), temperatura, manômetros, termômetros, dilatação térmica, estados da matéria, sólido, líquido e gasoso. Viscosidade, vibrações, ruídos, dispersão da luz, pilhas e baterias, solenóides, lâmpadas, força motriz.	Conhecimento e desenvolvimento profissional	Alavanca, ponto de apoio.
<b>MN 3</b> 29 anos 7 anos Man. 2G téc ELN ET-Criciúma 1986 3G Adm. Marketing 2001	Manutenção corretiva e preventiva em máquinas industriais em geral	Termometria, refrigeração, dilatação, eletricidade, potência, notação científica, pressão, velocidade	Para melhor entendimento das características, assim como do funcionamento dos equipamentos industriais.	Não

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>MN 4</b> 24 anos 2 anos Eletr. Manut. 2G téc Adm. 1992 ELT CEFET 1999	Manutenção preventiva e corretiva em máquinas industriais em geral. Eletrônica básica	Termometria, refrigeração, dilatação térmica, eletricidade, mecânica dos movimentos, notação científica, potência, pressão, velocidade.	Para entendimento do funcionamento de determinados equipamentos e máquinas por nós utilizados	Não
<b>MN 5</b> 33 anos 4 anos Man.Mecan. 2G téc.MEC CEFET 1985 3G Eng.Prod. Mec (1ano)	Manutenção corretiva em máquinas e equipamentos operatrizes e de produção, vem como manutenção pneumática e hidráulica, assim visando uma melhoria constante dos mesmos, visando materiais e processos, bem como, todo conjunto unto ao projeto destes. Em alguns casos é feita estruturas metálicas ou mudanças de lay-out ou de processo de um determinado tipo de linha ou máquina no qual é feito as devidas modificações.	Sistemas de alavancas Movimentos retilíneo e variável Momentos, forças em geral. Tensores, leis de equilíbrio, sistemas de unidades, trações e compressões, velocidades, acelerações, desacelerações, movimentos circulares, temperaturas, resistências.	-Funcionamento de rádio e televisão devido ao uso diário Micro informática e computadores é essencial no mundo em que vivemos -Energia solar – fonte de energia -Sonar – utilizar como meio de comunicação -Ultra-som – principalmente na medicina e se é possível como detector de falhas mecânicas para evitar quebras ou trincas bem como sua propagação dentro de máquinas e equipamentos. -Energia magnética expansiva (dobrar capacidade de repulsão ou atração) -utilização de gás junto com ar e elementos eletromecânicos: para variação de deslocamento e velocidade	
<b>MN 6</b> 31 anos 9 anos Manutenção 2G supletivo 1990 Eletr.SENAI	Manutenção elétrica das máquinas em geral. Manutenção predial (troca de lâmpadas, interruptores, tomadas). Manutenção em máquinas automáticas controladas por CLP (Controlador Lógico Programável). Troca de sensores indutivos ou capacitivos, sensores de temperatura, resistências	Cálculo de corrente (Ampere) de motores em geral, cálculo de potência (watt) de disjuntores, contadores e relés térmicos. Associação de resistores.		

**Grupo Operadores**  
**Identificação, descrição da função,**  
**assuntos lembrados, por que saber, assuntos adicionais**

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>OP 1</b> 19 anos 1 mês técnico em plásticos 2g. técnico 1997	Operação e programação de máquinas injetoras de processos plásticos. Desenvolvimento técnico dos operadores e preparadores da área de injetoras. Participação em abastecimento de matéria prima e trocas de moldes	Velocidades, potências, dilatação, condutores térmicos, unidades de medidas, temperaturas, movimentos uniformes, movimentos uniformes variados, eletricidade, aceleração, pressões, fluídos, contrações, inércia, leis de Newton, gases, sólidos, líquidos, luz (reflexão e refração), lentes (côncavo, convexo), transformações de escala de temperatura, tabelas e gráficos.	Radiações: porque existem situações que o ser humano tem contato com radiações e seria interessante Ter uma noção melhor do assunto. Vetores: para conseguir clareza nos movimentos, tendo o direcionamento e a intensidade das forças. Tensões: para verificar se existe alguma compatibilidade com os equipamentos da área. Funcionamento do voltímetro e amperímetro, devido o melhor uso e domínio do aparelho quando utilizado.	
<b>OP 2</b> 35 anos 4 anos op. Máq. Termof.Rigo 2 g. prop. 1998 2,5alPE ELT	Coloca-se o material conforme o modelo requerido, regula-se a temperatura, tempo de termoformagem, tempo de vácuo, velocidade de subida e descida de mesa, tempo de extração da peça, ar de resfriamento, corte das abas, comprimento e largura, verifica-se o material se está escoando uniforme e por último a furação	Sistema Internacional de medidas (comprimento e tempo). Deslocamento e caminho percorrido (Pitágoras). Energia = trabalho de uma força	Sim, Em adquirir mais conhecimentos.	n. lembro
<b>OP 3</b> 25 anos 6 anos Op.Espuma. 2G.tec.Cont. 1991	Pela manhã ligo o equipamento, abro as válvulas de ar, poliol e isocianato, gás, ligo as bombas, faço calibragem, regulo a pressão dos cabeçotes, confiro as temperaturas dos moldes, coloco todo equipamento em ordem para poder trabalhar com segurança.	Velocidade, peso e massa, pressão, temperatura, manômetro, controle de ruídos.		

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>OP 4</b> 41 anos 14 anos insp.qualid. linha 2g suplet. 1978	Testes elétricos nos produtos = como rigidez dielétrica, corrente de fuga, aterramento e isolamento. Abaixamento de temperatura = verificação através de termômetros queda de temperatura nos produtos. Testes de vazamento = detectar possíveis vazamentos de gás R 134 a nos produtos Inspeção final = inspeção visual nos produtos	Devido ao próprio tempo, praticamente eu esqueci tudo mas me lembro Ter aprendido sobre elétrica, pesos, temperatura.		
<b>OP 5</b> 30 anos 4 anos op. Máq. Lin. System 2g prop. 1989	Operador de máquinas termorretrátil (embaladora) Controle de velocidade do equipamento Controle de temperatura do equipamento Controle de pressão do equipamento Controle de produção Controle de tempo perdido (cálculo)	Controle de velocidade Controle de pressão Cálculo de tempo		
<b>OP 6</b> 25 anos 4 anos tec.qual.ind. 2g prop. 1990 (2m.CEFET)	Ajudo a regular a máquina para determinadas peças a serem confeccionadas. Verifico 100% das peças para saber se há alguma não conformidade. Verifico medidas. Ajudo na limpeza e organização do setor de trabalho	Força: usamos para pegar alguma coisa ou empurrar os carinhos com as peças. Mecânica: seria o movimento das ferramentas. Ex.: prensas, dobradeiras, etc.. Pressão: para acionar as dobradeiras. Som: seria o barulhos das máquinas Eletricidade: faz com que as máquinas funcionem e também nos dá a claridade Pneumático: para acionar as prensas. Medidas: usamos instrumentos de medição Peso: usa-se a balança para verificar o peso das bobinas. Velocidade: quantas peças eu faço por hora.	Não	Não
<b>OP 7</b> 34 anos 5 anos op. Turbo pintura 2g tec Cont. 1984	Anotações em planilha, preparação da tinta com diluição com solvente e aditivos. Aplicação da tinta com instrumentos mecânicos (turbo) inspeção e acompanhamento das peças pintadas. Tiragem da viscosidade da tinta. Tiragem da camada de filme após a secagem em estufa	Variação de temperatura. Termômetros Pressão dos manômetros. Movimentos circular e retilíneos Energia e trabalho	Adquirir conhecimentos e desenvolvimento Prevenção. Seria importante no dia a dia	

<b>Identif.</b>	<b>Atividade</b>	<b>Assuntos</b>	<b>Por que saber</b>	<b>A mais</b>
<b>OP 8</b> 27 anos 2 anos op. Maq. Injetora 2g magist. 1989	Operadora de máquina: atenção e cuidado em manusear as peças, sendo, desprendê-las do molde, em seguida, visualização global das peças; pequenos ajustes na máquina, caso haja necessidade, verificação de cor, brilho, peças 100% serão aprovadas. Retirada de rebarbas que possam afetar a visualização	Meios que dizem respeito ao movimento, posição, velocidade e tempo. Movimento periódico Massa de um corpo Potência (uma máquina é mais potente que outra) Máquinas simples (o homem criou instrumentos que facilitam sua ação, ampliando a força aplicada (talha, alicates, chave de fenda) Temperatura Dilatação térmica (os sólidos ao sofrerem um aquecimento se dilatam, ao serem resfriados, se contraem) Som e ruídos Dispositivos de manobra (servem para acionar ou desligar um circuito elétrico (chave, interruptor) Resistências elétricas (temperaturas)	Não	Não
<b>OP 9</b> 27 anos 2 anos (metalurgia) op. Máq. Injet 2g tec. Adm. 1994	Arrumação do setor Operar Máquina	Temperatura Calorimetria Trocas de calor Equilíbrio térmico Evaporação	Adquirir mais conhecimentos. E com isso possamos desempenhar melhor nossas funções	
<b>OP 10</b> 20 anos 4 anos manufatura 2g supletivo 1997	Trabalho em máquinas injetoras. Trabalho com material plástico. Rebarbo as peças com uma faca. Preencho ficha de procedimento. Faço força retirando acúmulos. Faço limpeza, verifico as peças, às vezes a regulagem da máquina. O processo da máquina: o material possa de sólido para pastoso, as peças caem em um recipiente. O calor é intenso.	Queda livre Potência de 10 Cinemática Leis de Newton Temperaturas Termodinâmica Reflexão da luz. Refração da luz Capacitores. Potencial elétrico	Não identifiquei nenhum	Não me lembro de nenhum

Identif.	Atividade	Assuntos	Por que saber	A mais
<b>OP 11</b> 28 anos 3,5 anos Pintura 2 g supletivo 1998	Inspeção de peças pintadas Retoque de peças com pincel ou pistola Pintura Lixamento	Termodinâmica Caga elétrica Cinemática Calorimetria Princípio Eletrosfera	Por que acho interessante a parte que se refere à mecânica e gostaria de saber mais sobre o assunto	
<b>OP 12</b> 32 anos 10 anos op. Maq.(2a) Espumação 2 g supletivo 1995	Ligação e checagem de equipamentos elétricos mecânicos e eletrônicos. Verificação constante em moldes retirando sujeiras ou resíduos. Inspeção constante antes e depois do produto (porta) injetado. Acompanhamento constante de: temperatura de materiais, moldes e ambiente. Pressão de injeção, pressão de tanques, verificação e testes de materiais. Volume, peso, vazão, massa, preenchimento de relatórios de apontamentos de produção	Temperatura, movimento Retilíneo Uniforme, deslocamento de um corpo, velocidade, aceleração, pressão, tempo medida e distância de um corpo, massa, vazão, volume, peso, densidade, reação de líquidos (gases) para pressão e temperatura (fórmulas) força mecânica.		
<b>OP 13</b> 38 anos 14 anos op. Espumação (11 anos) 2 g supletivo 1996	Ligar a máquina ao início do turno. Regular as pressões dos materiais através do manômetro de alta pressão. Verificar temperatura dos materiais e relação e vazão das bombas. Verificar temperatura dos moldes e máscaras, se estão ok para os produtos serem injetados. Verificar os programas se não há alteração ao regular as pressões. E regular a pré mix, que mistura o gás com poliol. Se tudo estiver ok, é só dar início à produção e acompanhar as pressões e vazão, se elas não saem fora do programa.	Temperatura, massa, pressão, volume, força de saída e chegada, densidade e velocidade, vapor de gases, medida de tempos, ação e reação, movimento, líquido para sólido, viscosidade do material.	Nas partes de correntes alternada e contínua seria muito importante saber	Não me lembro. Acho que estão todos ai.
<b>OP 14</b> 30 anos 10 anos op.Maq Termoform. 2g supletivo 1994	Ajuste na máquina de acordo com modelo, através do micro Verificar medida das peças Verificar possíveis afinamento nas peças	Deslocamento Velocidade Tempo		

## **Anexo 3**

### **Quadros de respostas gerais**

#### **Anexo 3 a**

**Tópicos ordenados pela intensidade de presença,  
indicados apenas pela lembrança dos funcionários**

#### **Anexo 3 b**

**Tópicos ordenados pela intensidade de presença,  
com indicação estimulada**

#### **Anexo 3 c**

**Quadro comparativo entre a intensidade de presença  
dos tópicos indicados pela lembrança e estimulados pela listagem**

**Tópicos ordenados pela intensidade de presença,  
indicados apenas pela lembrança dos funcionários**

Or-dem	Tópicos	Soma	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
01	Cinemática	41	5	2	1	9	24
02	Introdução	34	4	4	5	7	14
03	Leis de Newton (1ª e 3ª)	21	4	5	3	5	4
04	Temperatura	21	2	1	1	6	11
05	Corrente elétrica nos metais	21	4	2	0	11	4
06	Hidrostática	20	3	4	0	5	8
07	2ª lei de Newton	14	3	4	0	0	7
08	Termodinâmica	12	3	2	0	1	6
09	Movimento Curvo e Rotações	9	1	2	1	4	1
10	Conservação de Energia	8	1	3	0	0	4
11	Dilatação	7	0	1	0	3	3
12	Mudanças de estados da matéria	6	0	2	1	1	2
13	Acústica	6	2	0	0	1	3
14	Carga elétrica	6	1	0	2	1	2
15	Ferramentas e Mecanismos	5	0	0	1	1	3
16	Estado Gasoso	5	2	0	0	1	2
17	Transmissão de calor	4	1	1	1	0	1
18	Estado Líquido	4	2	0	0	1	1
19	Máquinas Térmicas	4	0	0	2	2	0
20	Potencial elétrico	4	1	0	0	1	2
21	Estado Sólido	3	1	0	0	1	1
22	Reflexão da luz	3	1	0	0	0	2
23	Refracção da luz	3	0	0	0	0	3
24	Ação térmica da corrente elétrica	3	0	0	0	2	1
25	Comportamento ótico dos materiais	2	0	2	0	0	0
26	Ondulatória	2	0	0	0	1	1
27	Corrente elétrica nos eletrólitos	2	0	0	1	1	0
28	Campo magnético de corrente	2	1	0	0	1	0
29	Vetores	1	0	0	0	1	0
30	Gravitação Universal	1	0	1	0	0	0
31	Fotometria	1	1	0	0	0	0
32	Radiações e espectros	1	0	0	0	1	0
33	Geradores	1	0	0	0	1	0
34	Indução eletromagnética	1	0	0	0	1	0
35	Capacitores	1	0	0	0	0	1
36	Quantidade de movimento	0	0	0	0	0	0
37	Transformações Gasosas-	0	0	0	0	0	0
38	Propriedades ondulatórias da luz	0	0	0	0	0	0
39	Propdes. quânticas das radiações	0	0	0	0	0	0
40	Campo elétrico	0	0	0	0	0	0
41	Corrente elétrica nos gases e vácuo	0	0	0	0	0	0
42	Corrente eletrôn. nos semi condutores	0	0	0	0	0	0
43	Corrente alternada e contínua	0	0	0	0	0	0
44	Campo magnético	0	0	0	0	0	0
45	Ondas eletromagnéticas	0	0	0	0	0	0
46	Teoria da relatividade	0	0	0	0	0	0
47	Física nuclear	0	0	0	0	0	0
48	Tecnologia	0	0	0	0	0	0

**Observações:**

1. Os valores indicam número de citações nas respostas
2. **Soma:** soma das indicações feitas por todos os participantes, apenas pela lembrança

**Tópicos ordenados pela intensidade de presença,  
com indicação estimulada**

Or-dem	Tópicos	Média	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
01	Temperatura	1,7	1,9	2,5	1,4	1,6	1,3
02	Termodinâmica	1,7	2,2	2,7	1,3	1,4	0,9
03	Introdução	1,7	2,0	2,6	1,6	1,4	0,6
04	Transmissão de calor	1,5	2,2	2,5	1,0	1,3	0,5
05	Corrente elétrica nos metais	1,4	1,8	2,0	0,6	2,0	0,5
06	Dilatação	1,4	1,4	2,4	1,0	1,3	0,8
07	Leis de Newton (1ª e 3ª)	1,3	1,5	2,6	1,1	0,6	0,8
08	Ação térmica da corrente elétrica	1,3	1,9	1,9	0,3	1,9	0,4
09	Hidroestática	1,3	1,7	1,9	1,2	0,9	0,6
10	Movimento Curvo e Rotações	1,2	1,6	1,5	1,2	1,2	0,5
11	Transformações Gasosas	1,2	1,5	1,8	0,9	1,1	0,6
12	Cinemática	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2
13	Corrente alternada e contínua	1,2	2,4	0,7	0,3	2,1	0,6
14	Ferramentas e Mecanismos	1,2	2,0	1,6	0,4	1,2	0,7
15	Máquinas Térmicas	1,2	1,6	2,0	0,5	1,3	0,5
16	2ª lei de Newton	1,2	1,5	1,7	1,0	0,8	0,8
17	Estado Líquido	1,0	1,8	1,5	1,1	0,6	0,2
18	Conservação de Energia	1,0	1,1	2,4	0,5	0,6	0,4
19	Mudanças de estados da matéria	1,0	1,6	1,8	0,5	0,7	0,5
20	Capacitores	1,0	1,6	0,7	0,1	2,2	0,3
21	Estado Sólido	0,9	1,5	1,8	0,4	0,7	0,3
22	Estado Gasoso	0,9	1,1	2,1	0,4	0,7	0,3
23	Acústica	0,9	1,1	1,8	0,4	0,5	0,8
24	Campo magnético	0,8	1,4	0,3	0,6	1,5	0,1
25	Comport. ótico dos materiais	0,8	1,0	1,5	0,3	0,5	0,5
26	Fotometria	0,8	1,2	1,2	0,4	0,8	0,3
27	Corrente eletrôn. nos semi condutores	0,7	1,6	0,0	0,0	1,6	0,2
28	Carca elétrica	0,7	1,4	0,6	0,2	1,0	0,3
29	Potencial elétrico	0,7	0,9	0,7	0,6	1,1	0,1
30	Campo magnético de corrente	0,7	1,3	0,3	0,2	1,4	0,1
31	Quantidade de movimento	0,6	1,0	0,7	0,3	0,8	0,6
32	Vetores	0,6	0,9	1,5	0,0	0,4	0,4
33	Campo elétrico	0,6	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3
34	Propriedades quânticas das radiações	0,6	0,9	0,8	0,8	0,5	0,1
35	Tecnologia	0,6	1,1	0,7	0,2	0,5	0,3
36	Radiações e espectros	0,5	0,8	1,1	0,4	0,5	0,1
37	Ondas eletromagnéticas	0,5	1,1	0,4	0,2	0,9	0,1
38	Indução eletromagnética	0,5	1,2	0,0	0,1	1,2	0,2
39	Geradores	0,5	0,9	0,3	0,0	1,0	0,2
40	Refracção da luz	0,4	0,8	0,8	0,0	0,4	0,3
41	Ondulatória	0,4	0,9	0,6	0,0	0,4	0,2
42	Corrente elétrica nos eletrólitos	0,4	0,6	0,3	0,8	0,1	0,1
43	Reflexão da luz	0,3	0,8	0,7	0,1	0,1	0,1
44	Corrente elétrica nos gases e vácuo	0,3	0,9	0,1	0,0	0,6	0,1
45	Teoria da relatividade	0,3	0,8	0,0	0,3	0,5	0,1
46	Gravitação Universal	0,3	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
47	Propriedades ondulatórias da luz	0,2	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1
48	Física nuclear	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0

**Observação:**

**Média:** média aritmética das médias dos valores atribuídos pelos participantes, estimulados pela listagem de conteúdos.

**Quadro comparativo entre a intensidade de presença dos tópicos de Física indicados pela lembrança e estimulados pela listagem**

Tópicos	Lembrança		Estimulado	
	Soma	Ordem	Ordem	Média
Cinemática	41	1	12	1,2
Introdução	34	2	3	1,7
Leis de Newton (1ª e 3ª)	21	3	7	1,3
Temperatura	21	4	1	1,7
Corrente elétrica nos metais	21	5	5	1,4
Hidrostatica	20	6	9	1,3
2ª lei de Newton	14	7	16	1,2
Termodinâmica	12	8	2	1,7
Movimento Curvo e Rotações	9	9	10	1,2
Conservação de Energia	8	10	18	1,0
Dilatação	7	11	6	1,4
Mudanças de estados da matéria	6	12	19	1,0
Acústica	6	13	23	0,9
Carga elétrica	6	14	28	0,7
Ferramentas e Mecanismos	5	15	14	1,2
Estado Gasoso	5	16	22	0,9
Transmissão de calor	4	17	4	1,5
Estado Líquido	4	18	17	1,0
Máquinas Térmicas	4	19	15	1,2
Potencial elétrico	4	20	29	0,7
Estado Sólido	3	21	21	0,9
Reflexão da luz	3	22	43	0,3
Refração da luz	3	23	40	0,4
Ação térmica da corrente elétrica	3	24	8	1,3
Comportamento ótico dos materiais	2	25	25	0,8
Ondulatória	2	26	41	0,4
Corrente elétrica nos eletrólitos	2	27	42	0,4
Campo magnético de corrente	2	28	30	0,7
Vetores	1	29	32	0,6
Gravitação Universal	1	30	46	0,3
Fotometria	1	31	26	0,8
Radiações e espectros	1	32	36	0,5
Geradores	1	33	39	0,5
Indução eletromagnética	1	34	38	0,5
Capacitores	1	35	20	1,0
Quantidade de movimento	0	36	31	0,6
Transformações Gasosas	0	37	11	1,2
Propriedades ondulatórias da luz	0	38	47	0,2
Propriedades quânticas das radiações	0	39	34	0,6
Campo elétrico	0	40	33	0,6
Corrente elétrica nos gases e no vácuo	0	41	44	0,3
Corrente eletrônica nos semi condutores	0	42	27	0,7
Corrente alternada e contínua	0	43	13	1,2
Campo magnético	0	44	24	0,8
Ondas eletromagnéticas	0	45	37	0,5
Teoria da relatividade	0	46	45	0,3
Física nuclear	0	47	48	0,1
Tecnologia	0	48	35	0,6

**Soma:** Soma das indicações feitas por todos os participantes apenas pela lembrança

**Média:** Média aritmética das indicações estimuladas pela listagem

**Ordem:** Classificação dos conteúdos em função da soma ou da média

## **Anexo 4**

**Intensidade de presença de assuntos  
por indicação estimulada, por grupo**

**Supervisores  
Engenheiros de Processo e Produto  
Técnicos  
Funcionários da Manutenção  
Operadores de Máquinas**

## Supervisores

Presença

Interessante Saber

Tópico	Intens.	Assunto	Intens.	SV1	SV2	SV3	SV4	SV5		Indic.	SV1	SV2	SV3	SV4	SV5
											bco				
Introdução	2,0	Algarismos significativos	1,8	3	0	2	2	2		1,2		0	2	2	2
		Potências de 10	1,2	3	0	1	1	1		1,2		0	2	2	2
		Funções	1,8	2	2	2	2	1		1,2		0	2	2	2
		Gráficos	2,2	2	2	2	3	2		1,6		2	2	2	2
		Mudança de Escala	1,8	2		1	3	3		1,2		0	2	2	2
		Construção de gráficos	2,2	2	2	2	3	2		1,6		2	2	2	2
		Interpretação de gráficos	2,6	2	3	3	3	2		1,6		2	2	2	2
		Medidas de tempo e distância	2,0	3	1	1	2	3		1,2		0	2	2	2
		Sistema Internacional de Unidades	2,6	3	2	2	3	3		1,6		2	2	2	2
Cinemática	1,4	Referencial	1,0	2		1	1	1		0,8		0	0	2	2
		Deslocamento	1,8	2	0	2	2	3		0,8		0	0	2	2
		Velocidade	2,4	3	1	3	2	3		1,2		2	0	2	2
		Aceleração	1,6	2	0	3	1	2		1,2		2	0	2	2
		Movimento Retilíneo Uniforme	1,8	2	1	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	1,4	1	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Queda Livre	0,4	1	0	1	0			1,0		0	2	1	2
		Composição de Movimentos	1,0	2	0	1	1	1		0,4		0	0	0	2
Vetores	0,9	Grandezas vetoriais e escalares	1,0	1	0	2	1	1		0,6		0	0	1	2
		Operações com vetores	0,8	1	0	1	1	1		1,0		0	2	1	2
Movimento Curvo e Rotações	1,6	Movimento circular uniforme	1,0	1	0	1	1	2		0,8		0	0	2	2
		Rotações	1,6	1	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Momento angular	1,2	1	0	2	1	2		0,8		0	0	2	2
		Momento de inércia	1,6	1	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Torque	2,0	2	1	3	1	3		1,2		2	0	2	2
		Associação de engrenagens	2,2	3	0	3	2	3		1,2		2	0	2	2
Ferramentas e Mecanismos	2,0	Ampliação de forças	2,0	2	0	3	2	3		1,2		2	0	2	2
		Vantagem mecânica	2,0	3	0	2	2	3		0,8		0	0	2	2
		Trabalho e ampliação de força	1,8	2	0	2	2	3		0,8		0	0	2	2
		Trabalho e ampliação de velocidade	1,8	1	0	3	2	3		1,2		2	0	2	2
		Vantagem mecânica em meios líquidos (p)	2,6	3	2	3	2	3		0,8		0	0	2	2
Leis de Newton (1ª e 3ª)	1,5	Força	2,2	2	2	3	1	3		1,0		2	0	1	2
		Medida de força	1,6	2	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		1ª lei de Newton – Inércia	1,6	3	0	1	1	3		1,0		2	0	1	2
		3ª lei de Newton - Ação e Reação	1,6	3	0	1	1	3		1,0		2	0	1	2
		Equilíbrio de Partícula	0,8		0	1	1	2		1,0		0	2	1	2
		Equilíbrio de Corpo Rígido	1,2		0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
2ª lei de Newton	1,5	Segunda lei de Newton	1,4	2	0	2	1	2		0,4		0	0	0	2
		Peso e Massa	2,0	2	2	2	1	3		0,8		2	0	0	2
		Força de Atrito	1,6	2	0	2	1	3		0,8		2	0	0	2
		Resistência do Ar	1,4	1	0	2	1	3		0,4		0	0	0	2
		Força Centrípeta	1,2	1	0	1	1	3		0,8		0	2	0	2
Gravitação Universal	0,6	Leis de Kepler	0,4	0		1	1			0,8		0	1	1	2
		Gravitação Universal	1,0	0	0	1	1	3		0,8		0	1	1	2
		Movimentos de satélite	0,4	0	0	1	1	0		0,6		0	1	1	1
Hidrostática	1,7	Pressão	2,2	3	1	2	3	2		1,2		2	0	2	2
		Massa Específica	2,2	3	1	2	3	2		0,8		0	0	2	2
		Pressão atmosférica	1,2	2	0	1	1	2		1,2		0	2	2	2
		Variação da pressão em função da profundidade	1,0	0	0	1	2	2		1,2		0	2	2	2
		Vasos comunicantes	1,4	3	0	1	1	2		0,8		0	0	2	2
		Prensa hidráulica	2,4	3	2	3	2	2		1,2		2	0	2	2
		Empuxo	1,6	2	2	1	1	2		1,0		0	2	1	2

Conservação de Energia	1,1	Trabalho de uma força	1,4	2	1	1	1	2	0,8	0	0	2	2
		Potência	1,8	3	1	1	1	3	0,8	0	0	2	2
		Trabalho e energia cinética	1,0		0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Energia potencial gravitacional	0,8		0	1	1	2	0,8	0	1	1	2
		Energia potencial elástica	0,6		0	1	1	1	0,6	0	0	1	2
		Conservação de energia	1,2	2	0	1	1	2	1,0	2	0	1	2
Quantidade de movimento	1,0	Impulso	1,0	0	0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Quantidade de movimento	1,2	0	0	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Choques elásticos e inelásticos	1,0	0	0	1	1	3	1,0	0	2	1	2
		Conservação da Quantidade de Movimento	0,8	0	0	1	1	2	1,0	0	2	1	2
Temperatura	1,9	Modelo cinético molecular	0,4		0	1	1		0,8	0	2	0	2
		Energia interna	0,8	2		1	1		0,4	0	0	0	2
		Temperatura	2,8	3	2	3	3	3	1,2	2	0	2	2
		Medida de temperatura	2,8	3	2	3	3	3	1,2	2	0	2	2
		Usos de termômetros na indústria e na técnica	2,8	3	2	3	3	3	1,2	2	0	2	2
Dilatação	1,4	Dilatação térmica	1,6	2		2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Dilatação de sólidos	1,4	2		1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Dilatação de líquidos	1,2	1		1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Importância da dilatação térmica na natureza	1,4	2		1	1	3	0,6	0	0	1	2
Transformações Gasosas	1,5	Noção de gás perfeito e gás real	1,2	0	0	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Variáveis de estado num gás perfeito: pressão, temperatura e volume	1,4	0	2	1	1	3	1,0	2	0	1	2
		Pressão de um gás	2,2	2	2	2	2	3	1,2	2	0	2	2
		Manômetros	2,8	3	2	3	3	3	1,2	2	0	2	2
		Noção e uso do vácuo na indústria	1,8	0	2	3	1	3	1,0	2	0	1	2
		Transformação isotérmica (a temperatura constante)	1,0			1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Transformação isobárica (a pressão constante)	1,0			1	1	3	0,8	0	0	2	2
		Transformação isovolumétrica (a volume constante)	1,4			3	1	3	0,8	0	0	2	2
		Transformação adiabática (sem troca de calor)	1,0			1	1	3	1,0	0	2	1	2
Transmissão de calor	2,2	Condução	2,8	3	3	3	2	3	0,8	0	0	2	2
		Convecção	1,8	2	0	2	2	3	0,8	0	0	2	2
		Irradiação	2,2	2	1	3	2	3	0,8	0	0	2	2
		Perdas de calor em dutos industriais	2,0	2	1	2	2	3	1,2	2	0	2	2
Termo dinâmica	2,2	Noção de Calor	2,2	3	1	3	2	2	1,2	2	0	2	2
		Transferência e troca de calor	2,6	3	2	3	2	3	0,8	0	0	2	2
		Capacidade Térmica	2,0	3		3	1	3	1,2	2	0	2	2
		Calor específico	1,8	3		3	1	2	0,8	0	0	2	2
		Efeitos das trocas de calor na natureza e na técnica	2,2	3	1	3	1	3	1,2	2	0	2	2
Mudanças de estados da matéria	1,6	Sólidos, líquidos e gases	2,0	3	0	3	1	3	0,8	0	0	2	2
		Fusão e solidificação	1,8	3	0	3	1	2	0,6	0	0	1	2
		Vaporização e condensação	2,2	3	1	3	1	3	0,8	0	0	2	2
		Influência da pressão na mudança de estado	2,0	2	1	3	1	3	0,8	0	0	2	2
		Sublimação	1,2	2	0	1	1	2	0,6	0	0	1	2
		Diagramas de estado	0,8	2	0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Pressão de vapor	2,0	2	2	2	1	3	0,8	0	0	2	2
		Ponto crítico	1,4	2		1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Ponto triplice	0,8	2		1	1		0,6	0	0	1	2
Estado Sólido	1,5	Características e propriedades dos sólidos	1,8	2		3	1	3	0,8	0	0	2	2
		Rede cristalina	0,8			3	1		0,8	0	0	2	2
		Tipos de estruturas cristalinas	0,8			3	1		0,8	0	0	2	2
		Deformações em corpos sólidos	2,0	2		3	2	3	0,8	0	0	2	2
		Elasticidade, plasticidades, fragilidade, ductilidade	2,4	2	2	3	2	3	0,8	0	0	2	2
		Lei de Hooke. Módulo de elasticidade	1,2		2	3	1		0,6	0	0	1	2
Estado Líquido	1,8	Características e propriedades dos líquidos	1,8	2		2	2	3	0,8	0	0	2	2
		Tensão superficial	1,4	1	2	1	2	1	0,8	0	0	2	2
		Capilaridade	1,4	2	0	2	1	2	0,6	0	0	1	2
		Viscosidade	2,4	2	2	3	2	3	0,8	0	0	2	2
Estado Gasoso	1,1	Características e propriedades dos gases	1,4	2	0	2	1	2	0,8	0	0	2	2
		Vapor saturado	1,0	0	0	1	2	2	0,8	0	0	2	2
		Vapor não saturado	0,8	0	0	1	1	2	0,8	0	0	2	2
		Ponto de ebulição	1,0	0	0	1	1	3	0,8	0	0	2	2
		Uso de gases liquefeitos	1,4	2	0	1	1	3	0,8	0	0	2	2
		Ciclo de vaporização	1,0	2	0	1	1	1	0,8	0	0	2	2
		Umidade relativa do ar	1,4	0	1	1	2	3	1,2	2	0	2	2

Máquinas	1,6	Calor como forma de energia	1,4	2		1	2	2		0,8		0	0	2	2
Térmicas		Princípio de Funcionamento das Máquina	1,8	2		3	2	2		0,8		0	0	2	2
		Trabalho termodinâmico	1,8	2		3	1	3		0,6		0	0	1	2
		Máquinas a vapor	1,6	2	2	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Calor libertado na combustão	1,8	2	2	1	2	2		0,8		0	0	2	2
		Motor a combustão	1,2	2	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Ferro elétrico	1,0	2	0	1	1	1		0,8		0	0	2	2
		Geladeira e refrigerador	2,2	3	1	3	2	2		1,2		2	0	2	2
		Misturas refrigerantes	1,8	3	0	2	2	2		0,6		0	0	1	2
Comporta- mento	1,0	Natureza da luz	0,8	0	0	2	1	1		0,6		0	0	1	2
		Teorias ondulatória e corpuscular da luz	0,6		0	2	1			0,6		0	0	1	2
Ótico dos materiais		Materiais transparentes, translúcidos e o	1,2	1	0	3	1	1		0,6		0	0	1	2
		Fontes luminosas	1,0	2	0	2	1			0,6		0	0	1	2
		Reflexão, refração e absorção	1,4	1	0	3	1	2		0,6		0	0	1	2
Reflexão da luz	0,8	Reflexão e leis da reflexão	1,4	1	0	3	1	2		0,6		0	0	1	2
		Espelhos planos	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Espelhos esféricos	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Formação de imagens em espelhos	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Equação dos espelhos esféricos	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
Refração da luz	0,8	Refração da luz	0,8	1	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Leis da refração	0,6	0	0	1	1	1		0,4		0	0	1	1
		Lentes esféricas	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Construção de imagens em lentes	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Prismas, lâminas de faces paralelas	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Instrumentos óticos: máquina fotográfica,	1,2	0	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		Funcionamento do olho humano	1,0	0	0	3	1	1		0,6		0	0	2	1
Fotometria	1,2	Fluxo luminoso	1,0	2	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Intensidade luminosa	1,4	2	1	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Iluminação (leis e aplicações)	1,4	2	1	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Fotômetros	1,0	2		1	1	1		0,6		0	0	1	2
Ondulatória	0,9	Movimento harmônico simples	0,8	1	0	1	1	1		0,8		0	1	1	2
		Características das ondas: comprimento d	1,2	2	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Transporte de energia através das ondas	1,0	2	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Ondas em uma corda	0,4		0	1	1			0,8		0	1	1	2
		Ondas na superfície de líquido	0,6	0	0	1	1	1		0,8		0	1	1	2
		Ondas no espaço	0,8	2	0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Difração	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Interferência	1,0	1	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Pêndulo simples	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Oscilações elásticas	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Vibrações mecânicas	1,4	2	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
		Ressonância mecânica	1,4	2	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
Acústica	1,1	Natureza do som	0,8	0	1	1	1	1		0,8		0	0	2	2
		Velocidade de propagação do som	0,6	0	0	1	1	1		1,0		2	0	1	2
		Altura, intensidade e timbre	1,8	2	1	3	2	1		0,8		0	0	2	2
		Fontes sonoras: cordas, placas, colunas d	0,6	0	0	1	1	1		0,8		0	0	2	2
		Reflexão, absorção, difração e interferênc	0,8	2	0	1		1		0,4		0	0	0	2
		Controle de ruídos	2,0	2	1	3	2	2		0,8		0	0	2	2
Propriedades Ondulatórias da luz	0,5	Interferência luminosa	0,8	0	0	2	1	1		1,0		2	0	1	2
		Condições de interferência	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Películas finas	0,6	0	0	1	1	1		0,6		0	0	1	2
		Usos da interferência da luz em medidas	0,6	0	0	2	1			0,2		0	0	1	
		Difração da luz	0,4	0	0	1	1			0,2		0	0	1	
		Rede de difração	0,4	0	0	1	1			0,2		0	0	1	
		Polarização da luz	0,4	0	0	1	1			0,2		0	0	1	
Radiações e Espectros	0,8	Dispersão da luz	0,8	0	0	2	1	1		0,8		2	0	1	1
		Decomposição da luz	0,6	0	0	1	1	1		0,8		2	0	1	1
		Radiação ultravioleta	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Radiação infravermelha	1,2	1	0	1	2	2		1,2		2	0	2	2
		Espectrômetro (análise espectral)	0,6		0	1	1	1		0,4		0	0	1	1

Propriedades	0,9	Propriedades ondulatórias e quânticas da luz	0,4	0	0	1	1			0,2		0	0	1	
Quânticas		Pressão da luz	0,2	0	0	1	0			0,2		0	0	1	
das		Efeito térmico da luz	0,4	0	0	1	0	1		0,4		0	0	1	1
Radiações		Efeito químico da luz	0,2	0	0	1	0			0,6		2	0	1	
		Efeito fotoelétrico	1,0	0	0	2	2	1		0,6		0	0	2	1
		Células fotoelétricas	1,8	1	2	2	2	2		0,8		0	0	2	2
		Aplicações de células fotoelétricas	1,8	1	2	2	2	2		0,8		0	0	2	2
		Luminescência	1,0	0	0	2	1	2		0,6		0	0	1	2
Carga elétrica	1,4	Modelos de estrutura atômica	0,6	1	0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Experiência de Rutherford	0,4		0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Noção de carga elétrica	1,4	1	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		Formas de eletrização	1,4	1	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Condutores e isolantes	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Indução elétrica	2,0	3	1	3	1	2		0,6		0	0	1	2
		Eletroscópios	1,8	3	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		Lei de Coulomb	1,6	3	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
		Unidades SI para a eletricidade	1,0	3	0	1	1			0,8		0	0	2	2
Campo elétrico	1,2	O conceito de campo elétrico	1,6	2	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		Campo elétrico de cargas pontuais	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Linhas de campo elétrico	0,8	0	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Comportamento de um condutor eletrizado	1,6	3	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
		Rigidez dielétrica - Poder das pontas	1,2	2	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
Potencial elétrico	0,9	Diferença de potencial	1,6	3	0	1	1	3		0,8		0	0	2	2
		Diferença de potencial em um campo uniforme	0,8	2	0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Diferença de potencial no campo de uma carga pontual	0,8	2	0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Gerador de Van der Graaff	0,4	0		1	1			1,0		2	0	1	2
Corrente elétrica nos metais	1,8	Portadores de cargas	1,2	1	0	2	1	2		0,6		0	0	1	2
		Conceito de corrente elétrica	1,8	3	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Circuitos elétricos simples	1,8	3	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Resistência elétrica de condutor	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Lei de Ohm	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Associação de resistências (série e paralelo)	1,8	3	0	3	1	2		0,8		0	0	2	2
		Instrumentos de medidas elétricas	2,4	3	2	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Potência em elemento do circuito	1,6	3	0	2	1	2		0,6		0	0	1	2
		Variação da resistência com a temperatura	1,8	3	0	3	1	2		0,8		0	0	2	2
		Ação térmica da corrente elétrica	1,8	3	0	3	1	2		0,8		0	0	2	2
		Lei de Joule	1,8	3	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
Ação térmica da corrente elétrica	1,9	Trabalho realizado pela corrente elétrica	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Potência da corrente elétrica	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Ação térmica da corrente elétrica	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
		Lei de Joule	1,8	3	0	2	1	3		0,8		0	0	2	2
		Curto-circuito	1,8	3	1	1	1	3		1,2		2	0	2	2
		Aplicação prática da ação térmica da corrente elétrica	2,0	3	0	3	1	3		0,8		0	0	2	2
Corrente elétrica nos eletrólitos	0,6	Dissociação eletrolítica	0,4	1	0	0	1			0,6		0	2	1	0
		Eletrólise	0,4	1	0	0	1			0,6		0	2	1	0
		Determinação das cargas dos íons na eletrólise	0,2	0	0	0	1			0,6		0	2	1	0
		Aplicações técnicas da eletrólise (zincagem)	0,6	0	0	0	1	2		1,0		0	2	1	2
		Pilhas e acumuladores	1,2	2	0	1	1	2		0,6		0	0	1	2
		Corrosão eletroquímica	0,6	0	0	0	1	2		1,2		0	2	2	2
Corrente elétrica nos gases e no vácuo	0,9	Ionização de gás	0,8	0	0	1	2	1		1,0		0	1	2	2
		Condutibilidade iônica e eletrônica	0,8	0	0	1	2	1		1,0		0	1	2	2
		Variação da intensidade da corrente elétrica	0,6	0	0	1	1	1		0,8		0	1	1	2
		Descarga elétrica no gás à pressão atmosférica	1,0	0	0	1	2	2		1,0		0	1	2	2
		Descarga elétrica em gases rarefeitos	0,6	0	0	1	1	1		0,8		0	1	1	2
		Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâmpadas de sódio)	2,2	3	3	1	1	3		0,8		0	0	2	2
		Emissão e absorção de energia pelos átomos	0,4	0	0	1	1			0,6		0	0	1	2
		Corrente elétrica no vácuo	0,4	0	0	1	1			0,8		0	1	1	2
		Válvulas eletrônicas	1,6	2	0	1	2	3		0,8		0	0	2	2
Corrente elétrica nos semi-condutores	1,6	Propriedades dos condutores dielétricos e elétricos	1,8	3	0	2	1	3		0,6		0	0	1	2
		Semicondutores intrínsecos	1,6	3	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
		Junções eletrônicas (p-n)	1,6	3	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2
		Diodo semicondutor	1,6	3	0	1	1	3		1,0		0	2	1	2
		Transistor	1,6	3	0	1	1	3		0,6		0	0	1	2

Corrente alternada e contínua	2,4	Características da corrente alternada e contínua	2,4	3	2	3	1	3	0,6	0	0	1	2
		Geradores de corrente alternada e contínua	2,2	3	2	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Transformadores	2,2	3	2	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Funcionamento de motores elétricos de corrente alternada	2,6	3	3	3	1	3	1,2	2	0	2	2
Geradores	0,9	Força eletromotriz	1,0	1	0	1	1	2	0,6	0	0	1	2
		A equação do circuito	0,6	1	0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Voltagem nos terminais de um gerador	1,2	1	0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
Campo magnético	1,4	Magnetismo	1,6	2	2	1	1	2	1,0	2	0	1	2
		Ímãs	0,8	2	0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Linha de força do campo magnético	1,6	2	2	1	1	2	0,6	0	0	1	2
		Polos magnéticos de um ímã	1,4	2	0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
Campo magnético de corrente	1,3	Polos magnéticos de um circuito elétrico	1,4	2	0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Ação do campo magnético sobre condutores	1,4	2	0	1	1	3	0,8	0	1	1	2
		Eletromagnetismo	1,4	2	0	1	1	3	0,8	0	1	1	2
		Eletroímã	1,4	2	0	1	1	3	0,8	0	1	1	2
		Funcionamento e construção de voltímetros	1,8	3	0	2	2	2	0,8	0	0	2	2
		Força de interação entre espiras e fios	1,0	2	0	1	1	1	0,8	0	1	1	2
		Campo magnético em um condutor retilíneo	1,0	2	0	1	1	1	0,8	0	1	1	2
		Campo magnético no centro de uma espira	1,0	2	0	1	1	1	0,6	0	0	1	2
		Campo magnético em um solenóide	1,6	2	0	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Influência do meio no valor do campo magnético	1,0	2	0	1	1	1	1,0	0	2	1	2
Indução eletromagnética	1,2	Força eletromotriz induzida	1,6	2	0	3	1	2	0,6	0	0	1	2
		A lei de Faraday (campo magnético em movimento)	1,6	2	0	3	1	2	0,6	0	0	1	2
		A lei de Lenz (corrente induzida tem sentido oposto)	1,0	2	0	2	1		0,6	0	0	1	2
		O transformador	1,2	2	0	1	1	2	0,6	0	0	1	2
		Correntes de Foucault	0,8	2	0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Ondas eletromagnéticas	1,4	2	0	1	2	2	0,8	0	0	2	2
		Espectro eletromagnético	1,0	2	0	1	2		1,0	0	1	2	2
Ondas eletromagnéticas	1,1	Campo eletromagnético	1,6	2	0	1	2	3	1,2	0	2	2	2
		Propagação do campo eletromagnético	1,2	2	0	1	2	1	1,2	0	2	2	2
		Propriedades das ondas eletromagnéticas	1,2	2	0	1	2	1	0,8	0	0	2	2
		Espectro eletromagnético	1,0	2	0	1	2	0	1,0	0	1	2	2
		Ondas de rádio e microondas	1,0	2	0	1	1	1	0,6	0	0	1	2
		Radiações infravermelhas, visíveis e ultravioleta	1,2	2	1	1	1	1	1,2	0	2	2	2
		Raios X e raios gama	0,4		0	1	1		0,6	0	0	1	2
Capacitores	1,6	Capacitores	1,6	2	0	2	1	3	0,8	0	0	2	2
		Associação de capacitores	1,6	2	0	2	1	3	0,8	0	0	2	2
		A energia em um capacitor	1,6	2	0	2	1	3	0,8	0	0	2	2
Teoria da relatividade	0,8	Princípio da relatividade na Mecânica Clássica	1,2		0	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Teoria da relatividade especial	0,4		0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Postulados de Einstein	0,4		0	1	1		0,6	0	0	1	2
		Noção de simultaneidade	1,0		0	1	1	3	0,6	0	0	1	2
		Relatividade dos comprimentos e do tempo	0,8		0	1	1	2	0,6	0	0	1	2
Física nuclear	0,5	Radioatividade	0,6	0	0	1	1	1	0,8	0	1	1	2
		Transmutação de elementos químicos	0,4	0	0	1	1		0,6	0	1	1	1
		Emissão radioativa	0,6	0	0	1	1	1	0,8	0	1	1	2
		Composição de núcleos atômicos	0,4	0	0	1	1		0,6	0	1	1	1
		Isótopos	0,4	0	0	1	1		0,8	0	1	1	2
		Aplicações dos radioisótopos	0,4	0	0	1	1		0,6	0	1	1	1
		Forças nucleares	0,4	0	0	1	1		0,8	0	1	1	2
		Reação em cadeia	1,0	0	3	1	1		1,0	2	1	1	1
		Reatores nucleares de fusão e fissão	0,4	0	0	1	1		0,6	0	1	1	1
Tecnologia	1,1	Funcionamento do radar	0,4	0	0	1	1	0	0,8	0	2	1	1
		Princípio das Telecomunicações	0,8	0	0	1	1	2	0,6	0	0	1	2
		Funcionamento do rádio e da televisão	0,8	1	0	1	1	1	0,6	0	0	1	2
		Reprodução do som - Compact Disc	0,6	1	0	1	1	0	0,4	0	0	1	1
		Ultra-som e suas aplicações	1,0	0	0	3	1	1	0,6	0	0	1	2
		O laser e a holografia	0,6	0	0	1	1	1	0,8	0	1	1	2
		Princípios da fotocopiadora	0,6	0	0	1	1	1	0,6	0	0	1	2
		Micro informática e computadores	2,2	3	2	2	1	3	1,0	2	0	1	2
		Robôs industriais	1,8	3	0	2	1	3	0,6	0	0	1	2
		Sonar	0,8	2	0	1	1	0	0,8	0	2	1	1
		Fontes alternativas de energia	1,6	3	0	1	1	3	1,2	0	2	2	2
		Fibras óticas	1,6	3	0	1	1	3	0,8	0	0	2	2

## Engenharia de Processos e Produtos

### Presença

### Interessante Saber

Tópico	Intens.	Assunto	Intens.	Presença			Indic.	Interessante Saber		
				EP1	EP2	EP3		EP1	EP2	EP3
Introdução	2,6	Algarismos significativos	2	2	3	1	1,3	2		2
		Potências de 10	2,0	2	3	1	1,3	2		2
		Funções	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Gráficos	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Mudança de Escala	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Construção de gráficos	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Interpretação de gráficos	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Medidas de tempo e distância	2,7	3	3	2	1,3	2		2
		Sistema Internacional de Unidades	2,3	2	3	2	1,3	2		2
Cinemática	1,2	Referencial	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Deslocamento	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Velocidade	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Aceleração	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Movimento Retilíneo Uniforme	1,0	1	1	1	1,3	2		2
		Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	1,0	1	1	1	1,3	2		2
		Queda Livre	1,0	1	1	1	1,3	2		2
		Composição de Movimentos	1,0	1	1	1	1,3	2		2
Vetores	1,5	Grandezas vetoriais e escalares	1,7	2	1	2	1,3	2		2
		Operações com vetores	1,3	2	1	1	1,3	2		2
Movimento Curvo e Rotações	1,5	Movimento circular uniforme	1,3	2	1	1	1,3	2		2
		Rotações	2,0	2	1	3	1,3	2		2
		Momento angular	1,0	1	1	1	1,3	2		2
		Momento de inércia	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Torque	1,7	2	1	2	1,3	2		2
Associação de engrenagens	1,3	1	1	2	1,3	2		2		
Ferramentas e Mecanismos	1,6	Ampliação de forças	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Vantagem mecânica	1,0	1		2	1,3	2		2
		Trabalho e ampliação de força	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Trabalho e ampliação de velocidade	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Vantagem mecânica em meios líquidos (p)	2,3	1	3	3	1,3	2		2
Leis de Newton (1ª e 3ª)	2,6	Força	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Medida de força	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		1ª lei de Newton – Inércia	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		3ª lei de Newton - Ação e Reação	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Equilíbrio de Partícula	2,0	1	3	2	1,3	2		2
		Equilíbrio de Corpo Rígido	2,3	1	3	3	1,3	2		2
2ª lei de Newton	1,7	Segunda lei de Newton	1,7	2	1	2	1,3	2		2
		Peso e Massa	2,3	3	1	3	1,3	2		2
		Força de Atrito	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Resistência do Ar	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Força Centrípeta	1,3	1	1	2	1,3	2		2
Gravitação Universal	0,3	Leis de Kepler	0,3	1	0	0	1,3	2		2
		Gravitação Universal	0,7	2	0	0	1,3	2		2
		Movimentos de satélite	0,0	0	0	0	1,3	2		2
Hidroestática	1,9	Pressão	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Massa Específica	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Pressão atmosférica	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Variação da pressão em função da profundidade	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Vasos comunicantes	1,0	1	0	2	1,3	2		2
		Prensa hidráulica	2,0	3	0	3	1,3	2		2
Empuxo	1,0	2	0	1	1,3	2		2		

Conservação de Energia	2,4	Trabalho de uma força	2,0	2	3	1	1,3	2	2
		Potência	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Trabalho e energia cinética	2,3	2	3	2	1,3	2	2
		Energia potencial gravitacional	2,3	2	3	2	1,3	2	2
		Energia potencial elástica	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Conservação de energia	2,7	2	3	3	1,3	2	2
Quantidade de movimento	0,7	Impulso	0,3	1	0	0	1,3	2	2
		Quantidade de movimento	0,3	1	0	0	1,3	2	2
		Choques elásticos e inelásticos	1,7	1	3	1	1,3	2	2
		Conservação da Quantidade de Movimen	0,3	1	0	0	1,3	2	2
Temperatura	2,5	Modelo cinético molecular	1,3	1		3	1,3	2	2
		Energia interna	2,0	1	3	2	1,3	2	2
		Temperatura	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Medida de temperatura	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Usos de termômetros na indústria e na téc	3,0	3	3	3	1,3	2	2
Dilatação	2,4	Dilatação térmica	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Dilatação de sólidos	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Dilatação de líquidos	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Importância da dilatação térmica na nature	2,3	1	3	3	1,3	2	2
Transformações Gasosas	1,8	Noção de gás perfeito e gás real	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Variáveis de estado num gás perfeito: pres	2,0	1	3	2	1,3	2	2
		Pressão de um gás	2,0	0	3	3	1,3	2	2
		Manômetros	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Noção e uso do vácuo na indústria	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Transformação isotérmica (a temperatura	1,7	1	3	1	1,3	2	2
		Transformação isobárica (a pressão cons	1,7	1	3	1	1,3	2	2
		Transformação isovolumétrica (a volume d	1,7	1	3	1	1,3	2	2
		Transformação adiabática (sem troca de c	1,3	0	3	1	1,3	2	2
Transmissão de calor	2,5	Condução	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Convecção	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Irradiação	1,7	2	0	3	1,3	2	2
		Perdas de calor em dutos industriais	2,7	2	3	3	1,3	2	2
Termo dinâmica	2,7	Noção de Calor	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Transferência e troca de calor	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Capacidade Térmica	3,0	3	3	3	1,3	2	2
		Calor específico	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Efeitos das trocas de calor na natureza e	2,7	2	3	3	1,3	2	2
Mudanças de estados da matéria	1,8	Sólidos, líquidos e gases	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Fusão e solidificação	1,7	2	0	3	1,3	2	2
		Vaporização e condensação	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Influência da pressão na mudança de esta	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Sublimação	0,7	1	0	1	1,3	2	2
		Diagramas de estado	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Pressão de vapor	2,7	2	3	3	1,3	2	2
		Ponto crítico	0,7	1	0	1	1,3	2	2
		Ponto triplice	0,3	0	0	1	1,3	2	2
Estado Sólido	1,8	Características e propriedades dos sólidos	2,0	3	0	3	1,3	2	2
		Rede cristalina	1,3	3	0	1	1,3	2	2
		Tipos de estruturas cristalinas	1,3	3	0	1	1,3	2	2
		Deformações em corpos sólidos	2,0	3	0	3	1,3	2	2
		Elasticidade, plasticidades, fragilidade, du	2,0	3	0	3	1,3	2	2
		Lei de Hooke. Módulo de elasticidade	2,0	3	0	3	1,3	2	2
Estado Líquido	1,5	Características e propriedades dos líquido	1,3	1	0	3	1,3	2	2
		Tensão superficial	1,3	1	0	3	1,3	2	2
		Capilaridade	1,3	1	0	3	1,3	2	2
		Viscosidade	2,0	3	0	3	1,3	2	2
Estado Gasoso	2,1	Características e propriedades dos gases	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Vapor saturado	2,0	0	3	3	1,3	2	2
		Vapor não saturado	2,0	0	3	3	1,3	2	2
		Ponto de ebulição	2,3	1	3	3	1,3	2	2
		Uso de gases liquefeitos	1,7	1	3	1	1,3	2	2
		Ciclo de vaporização	2,0	0	3	3	1,3	2	2
		Umidade relativa do ar	2,7	2	3	3	1,3	2	2

Máquinas	2,0	Calor como forma de energia	2,7	3	2	3	1,3	2		2
Térmicas		Princípio de Funcionamento das Máquina	2,0	1	2	3	1,3	2		2
		Trabalho termodinâmico	2,0	1	2	3	1,3	2		2
		Máquinas a vapor	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Calor libertado na combustão	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Motor a combustão	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Ferro elétrico	2,3	3	2	2	1,3	2		2
		Geladeira e refrigerador	3,0	3	3	3	1,3	2		2
		Misturas refrigerantes	2,7	3	3	2	1,3	2		2
Comportamento	1,5	Natureza da luz	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Teorias ondulatória e corpuscular da luz	0,7	0	0	2	1,3	2		2
Ótico dos materiais		Materiais transparentes, translúcidos e opacos	2,3	3	1	3	1,3	2		2
		Fontes luminosas	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Reflexão, refração e absorção	1,7	1	1	3	1,3	2		2
Reflexão da luz	0,7	Reflexão e leis da reflexão	1,3	1	0	3	1,3	2		2
		Espelhos planos	0,7	0	0	2	1,3	2		2
		Espelhos esféricos	0,7	0	0	2	1,3	2		2
		Formação de imagens em espelhos	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Equação dos espelhos esféricos	0,3	0	0	1	1,3	2		2
Refração da luz	0,8	Refração da luz	1,3	1	0	3	1,3	2		2
		Leis da refração	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Lentes esféricas	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Construção de imagens em lentes	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Prismas, lâminas de faces paralelas	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Instrumentos óticos: máquina fotográfica, microscópio	1,0	1	0	2	1,3	2		2
		Funcionamento do olho humano	0,3	0	0	1	1,0	1		2
Fotometria	1,2	Fluxo luminoso	0,7	0	1	1	1,0	1		2
		Intensidade luminosa	1,3	1	1	2	1,3	2		2
		Iluminação (leis e aplicações)	1,7	1	1	3	1,3	2		2
		Fotômetros	1,0	1	1	1	1,3	2		2
Ondulatória	0,6	Movimento harmônico simples	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Características das ondas: comprimento de onda, frequência	1,0	0	0	3	1,3	2		2
		Transporte de energia através das ondas	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Ondas em uma corda	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Ondas na superfície de líquido	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Ondas no espaço	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Difração	0,7	0	0	2	1,3	2		2
		Interferência	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Pêndulo simples	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Oscilações elásticas	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Vibrações mecânicas	2,0	3	0	3	1,3	2		2
		Ressonância mecânica	1,3	1	0	3	1,3	2		2
Acústica	1,8	Natureza do som	2,0	2	3	1	1,3	2		2
		Velocidade de propagação do som	1,3	0	3	1	1,3	2		2
		Altura, intensidade e timbre	2,0	2	3	1	1,3	2		2
		Fontes sonoras: cordas, placas, colunas e membranas	1,3	0	3	1	1,3	2		2
		Reflexão, absorção, difração e interferência	1,3	0	3	1	1,3	2		2
		Controle de ruídos	2,7	2	3	3	1,3	2		2
Propriedades Ondulatórias da luz	0,1	Interferência luminosa	0,3	1	0	0	1,3	2		2
		Condições de interferência	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Películas finas	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Usos da interferência da luz em medidas	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Difração da luz	0,3	0	0	1	1,0	1		2
		Rede de difração	0,3	0	0	1	1,0	1		2
		Polarização da luz	0,0	0	0	0	1,0	1		2
Radiações e Espectros	1,1	Dispersão da luz	0,7	0	2	0	1,0	1		2
		Decomposição da luz	0,7	0	2	0	1,0	1		2
		Radiação ultravioleta	1,3	2	2	0	1,3	2		2
		Radiação infravermelha	1,3	2	2	0	1,3	2		2
		Espectrômetro (análise espectral)	1,3	2	2	0	1,3	2		2

Propriedades	0,8	Propriedades ondulatórias e quânticas da	0,0	0	0		1,0	1		2
Quânticas		Pressão da luz	0,0	0	0	0	1,0	1		2
das		Efeito térmico da luz	1,0	2	0	1	1,3	2		2
Radiações		Efeito químico da luz	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Efeito fotoelétrico	0,7	1	0	1	1,3	2		2
		Células fotoelétricas	2,0	3	0	3	1,3	2		2
		Aplicações de células fotoelétricas	2,0	3	0	3	1,3	2		2
		Luminescência	0,3	1	0	0	1,3	2		2
Carga	0,6	Modelos de estrutura atômica	0,0	0		0	1,3	2		2
elétrica		Experiência de Rutherford	0,0	0		0	1,3	2		2
		Noção de carga elétrica	0,7	0	0	2	1,3	2		2
		Formas de eletrização	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Condutores e isolantes	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Indução elétrica	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Eletrômetros	0,0	0		0	1,3	2		2
		Lei de Coulomb	0,0	0		0	1,3	2		2
		Unidades SI para a eletricidade	1,7	0	2	3	1,3	2		2
Campo	0,7	O conceito de campo elétrico	0,3	0	0	1	1,3	2		2
elétrico		Campo elétrico de cargas pontuais	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Linhas de campo elétrico	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Comportamento de um condutor eletrizado	1,7	2	0	3	1,3	2		2
		Rigidez dielétrica - Poder das pontas	1,3	1	0	3	1,3	2		2
Potencial	0,7	Diferença de potencial	2,3	1	3	3	1,3	2		2
elétrico		Diferença de potencial em um campo unif	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Diferença de potencial no campo de uma	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Gerador de Van der Graaff	0,0	0	0	0	1,3	2		2
Corrente	2,0	Portadores de cargas	0,7	1	0	1	1,3	2		2
elétrica		Conceito de corrente elétrica	2,3	1	3	3	1,3	2		2
nos metais		Circuitos elétricos simples	2,3	1	3	3	1,3	2		2
		Resistência elétrica de condutor	2,3	1	3	3	1,3	2		2
		Lei de Ohm	2,3	1	3	3	1,3	2		2
		Associação de resistências (série e parale	2,3	1	3	3	1,3	2		2
		Instrumentos de medidas elétricas	2,3	1	3	3	1,3	2		2
		Potência em elemento do circuito	1,3	1	0	3	1,3	2		2
		Varição da resistência com a temperatur	1,3	3	0	1	1,3	2		2
		Ação térmica da corrente elétrica	2,3	3	3	1	1,3	2		2
		Lei de Joule	2,3	3	3	1	1,3	2		2
Ação térmica	1,9	Trabalho realizado pela corrente elétrica	1,7	1	3	1	1,3	2		2
da corrente		Potência da corrente elétrica	2,3	1	3	3	1,3	2		2
elétrica		Ação térmica da corrente elétrica	2,7	2	3	3	1,3	2		2
		Lei de Joule	2,3	3	3	1	1,3	2		2
		Curto-circuito	0,3	1	0		1,3	2		2
		Aplicação prática da ação térmica da corre	2,0	2	3	1	1,3	2		2
Corrente	0,3	Dissociação eletrolítica	0,3	0	0	1	1,3	2		2
elétrica nos		Eletrólise	0,3	0	0	1	1,3	2		2
eletrólitos		Determinação das cargas dos íons na elet	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Aplicações técnicas da eletrólise (zincage	0,7	0	0	2	1,3	2		2
		Pilhas e acumuladores	0,3	0	0	1	1,3	2		2
		Corrosão eletroquímica	0,3	0	0	1	1,3	2		2
Corrente	0,1	Ionização de gás	0,0	0	0	0	1,3	2		2
elétrica nos		Condutibilidade iônica e eletrônica	0,0	0	0	0	1,3	2		2
gases e no		Varição da intensidade da corrente elétri	0,0	0	0	0	1,3	2		2
vácuo		Descarga elétrica no gás à pressão atmos	0,0	0	0	0	1,3	2		2
		Descarga elétrica em gases rarefeitos	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâ	0,3	1	0	0	1,3	2		2
		Emissão e absorção de energia pelos átom	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Corrente elétrica no vácuo	0,0	0	0	0	1,0	1		2
		Válvulas eletrônicas	0,3	1	0	0	1,3	2		2
Corrente	0,0	Propriedades dos condutores dielétricos e	0,0	0	0	0	1,3	2		2
eletrônica		Semicondutores intrínsecos	0,0	0	0	0	1,0	1		2
nos		Junções eletrônicas (p-n)	0,0	0	0	0	1,0	1		2
semi		Diodo semicondutor	0,0	0	0	0	1,0	1		2
condutores		Transistor	0,0	0	0	0	1,0	1		2

Corrente alternada e contínua	0,7	Características da corrente alternada e contínua	1,0	0	0	3	1,3	2	2
		Geradores de corrente alternada e contínua	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Transformadores	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Funcionamento de motores elétricos de corrente alternada	1,0	0	0	3	1,3	2	2
Geradores	0,3	Força eletromotriz	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		A equação do circuito	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Voltagem nos terminais de um gerador	0,3	0	0	1	1,3	2	2
Campo magnético	0,3	Magnetismo	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Ímãs	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Linha de força do campo magnético	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Polos magnéticos de um ímã	0,3	0	0	1	1,3	2	2
Campo magnético de corrente	0,3	Polos magnéticos de um circuito elétrico	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Ação do campo magnético sobre condutores	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Eletromagnetismo	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Eletroímã	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Funcionamento e construção de voltímetros	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Força de interação entre espiras e fios	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Campo magnético em um condutor retilíneo	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Campo magnético no centro de uma espira	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Campo magnético em um solenóide	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Influência do meio no valor do campo magnético	0,0	0	0	0	1,3	2	2
Indução eletromagnética	0,0	Força eletromotriz induzida	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		A lei de Faraday (campo magnético em movimento)	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		A lei de Lenz (corrente induzida tem sentido oposto)	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		O transformador	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Correntes de Foucault	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Ondas eletromagnéticas	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Espectro eletromagnético	0,0	0	0	0	1,0	1	2
Ondas eletromagnéticas	0,4	Campo eletromagnético	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Propagação do campo eletromagnético	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Propriedades das ondas eletromagnéticas	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Espectro eletromagnético	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Ondas de rádio e microondas	0,7	0	0	2	1,0	1	2
		Radiações infravermelhas, visíveis e ultravioleta	0,7	1	0	1	1,3	2	2
		Raios X e raios gama	1,0	1	0	2	1,3	2	2
Capacitores	0,7	Capacitores	1,3	0	3	1	1,3	2	2
		Associação de capacitores	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		A energia em um capacitor	0,3	0	0	1	1,3	2	2
Teoria da relatividade	0,0	Princípio da relatividade na Mecânica Clássica	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Teoria da relatividade especial	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Postulados de Einstein	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Noção de simultaneidade	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Relatividade dos comprimentos e do tempo	0,0	0	0	0	1,0	1	2
Física nuclear	0,0	Radioatividade	0,3	0	0	1	1,3	2	2
		Transmutação de elementos químicos	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Emissão radioativa	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Composição de núcleos atômicos	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Isótopos	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Aplicações dos radioisótopos	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Forças nucleares	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Reação em cadeia	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Reatores nucleares de fusão e fissão	0,0	0	0	0	1,0	1	2
Tecnologia	0,7	Funcionamento do radar	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Princípio das Telecomunicações	0,3	0	0	1	1,0	1	2
		Funcionamento do rádio e da televisão	0,3	0	0	1	1,0	1	2
		Reprodução do som - Compact Disc	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Ultra-som e suas aplicações	1,0	3	0	0	1,3	2	2
		O laser e a holografia	0,0	0	0	0	1,3	2	2
		Princípios da fotocopiadora	1,0	0	0	3	1,0	1	2
		Micro informática e computadores	2,0	3	0	3	1,3	2	2
		Robôs industriais	2,0	3	0	3	1,3	2	2
		Sonar	0,0	0	0	0	1,0	1	2
		Fontes alternativas de energia	1,0	0	0	3	1,3	2	2
		Fibras óticas	0,7	0	0	2	1,3	2	2



Conservação de Energia	0,5	Trabalho de uma força	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Potência	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Trabalho e energia cinética	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Energia potencial gravitacional	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Energia potencial elástica	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Conservação de energia	0,5	0	0	2		0	0	0	
Quantidade de movimento	0,3	Impulso	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Quantidade de movimento	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Choques elásticos e inelásticos	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Conservação da Quantidade de Movimento	0,3	0	0	1		0	0	0	
Temperatura	1,4	Modelo cinético molecular	0,8	0		3		0	0	0	
		Energia interna	0,8	0		3		0	0	0	
		Temperatura	1,8	1	3	3		0	0	0	
		Medida de temperatura	1,8	1	3	3		0	0	0	
		Usos de termômetros na indústria e na técnica	1,8	1	3	3		0	0	0	
Dilatação	1,0	Dilatação térmica	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Dilatação de sólidos	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Dilatação de líquidos	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Importância da dilatação térmica na natureza e	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
Transformações Gasosas	0,9	Noção de gás perfeito e gás real	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
		Variáveis de estado num gás perfeito: pressão, v	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Pressão de um gás	1,3	2	0	3	0	0,5	2	0	
		Manômetros	1,3	2	0	3	0	0,5	2	0	
		Noção e uso do vácuo na indústria	1,5	3	0	3	0	0	0	0	
		Transformação isotérmica (a temperatura const	0,8	0	0	3	0	0	0	0	
		Transformação isobárica (a pressão constante)	0,8	0	0	3	0	0	0	0	
		Transformação isovolumétrica (a volume consta	0,8	0	0	3	0	0	0	0	
		Transformação adiabática (sem troca de calor c	0,8	0	0	3	0	0	0	0	
Transmissão de calor	1,0	Condução	1,0	2		2	0	0	0	0	
		Convecção	1,0	2		2	0	0	0	0	
		Irradiação	1,3	2	3	0	0	0	0	0	
		Perdas de calor em dutos industriais	0,8	2	1	0	0	0	0	0	
Termo dinâmica	1,3	Noção de Calor	1,5	1	2	3	0	0	0	0	
		Transferência e troca de calor	1,5	1	2	3	0	0	0	0	
		Capacidade Térmica	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Calor específico	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Efeitos das trocas de calor na natureza e na ind	1,5	1	2	3	0	0	0	0	
Mudanças de estados da matéria	0,5	Sólidos, líquidos e gases	0,8	1	2	0	0	0	0	0	
		Fusão e solidificação	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
		Vaporização e condensação	1,3	1	1	3	0	0	0	0	
		Influência da pressão na mudança de estado	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Sublimação	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
		Diagramas de estado	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
		Pressão de vapor	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
		Ponto crítico	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
		Ponto tríplice	0,3	1	0	0	0	0	0	0	
Estado Sólido	0,4	Características e propriedades dos sólidos	0,5	0	0	2		0	0	0	
		Rede cristalina	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Tipos de estruturas cristalinas	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Deformações em corpos sólidos	0,3	0	0	1		0	0	0	
		Elasticidade, plasticidades, fragilidade, dureza	1,0	1	2	1		0	0	0	
		Lei de Hooke. Módulo de elasticidade	0,3	0	0	1		0	0	0	
Estado Líquido	1,1	Características e propriedades dos líquidos	1,0	1	1	2	0	0	0	0	
		Tensão superficial	0,8	1	2	0	0	0	0	0	
		Capilaridade	1,0	1	0	3	0	0	0	0	
		Viscosidade	1,8	1	3	3	0	0	0	0	
Estado Gasoso	0,4	Características e propriedades dos gases e vap	0,5	0	0	2	0	0	0	0	
		Vapor saturado	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vapor não saturado	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ponto de ebulição	0,5	0	0	2	0	0	0	0	
		Uso de gases liquefeitos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ciclo de vaporização	0,5	0	0	2	0	0	0	0	
		Umidade relativa do ar	1,3	1	2	2	0	0	0	0	

Máquinas	0,5	Calor como forma de energia	1,0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Térmicas		Princípio de Funcionamento das Máquinas Térr	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Trabalho termodinâmico	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Máquinas a vapor	0,3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calor libertado na combustão	0,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Motor a combustão	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ferro elétrico	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Geladeira e refrigerador	1,5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		Misturas refrigerantes	1,5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Comporta-	0,3	Natureza da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mento		Teorias ondulatória e corpuscular da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ótico dos		Materiais transparentes, translúcidos e opacos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
materiais		Fontes luminosas	0,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Reflexão, refração e absorção	0,8	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Reflexão	0,1	Reflexão e leis da reflexão	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
da luz		Espelhos planos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Espelhos esféricos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Formação de imagens em espelhos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Equação dos espelhos esféricos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Refração	0,0	Refração da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
da luz		Leis da refração	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lentes esféricas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Construção de imagens em lentes	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Prismas, lâminas de faces paralelas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Instrumentos óticos: máquina fotográfica, micro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Funcionamento do olho humano	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fotometria	0,4	Fluxo luminoso	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Intensidade luminosa	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Iluminação (leis e aplicações)	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Fotômetros	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ondulatória	0,0	Movimento harmônico simples	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Características das ondas: comprimento de ond	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Transporte de energia através das ondas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ondas em uma corda	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ondas na superfície de líquido	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ondas no espaço	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Difração	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Interferência	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pêndulo simples	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Oscilações elásticas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Vibrações mecânicas	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ressonância mecânica	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acústica	0,4	Natureza do som	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Velocidade de propagação do som	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Altura, intensidade e timbre	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Fontes sonoras: cordas, placas, colunas de ar	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Reflexão, absorção, difração e interferência do s	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Controle de ruídos	1,8	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Propriedades	0,0	Interferência luminosa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ondulatórias		Condições de interferência	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
da luz		Películas finas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Usos da interferência da luz em medidas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Difração da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rede de difração	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Polarização da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radiações e	0,4	Dispersão da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espectros		Decomposição da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Radiação ultravioleta	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Radiação infravermelha	1,5	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		Espectrômetro (análise espectral)	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Propriedades	0,8	Propriedades ondulatórias e quânticas da luz	0,0	0	0	0	0	0	0,5	2	0	
Quânticas		Pressão da luz	0,0	0	0	0	0	0	0,5	2	0	
das		Efeito térmico da luz	1,0	1	3	0	0	0	0,5	2	0	
Radiações		Efeito químico da luz	1,0	1	3	0	0	0	0,5	2	0	
		Efeito fotoelétrico	1,0	1	3	0	0	0	0,5	2	0	
		Células fotoelétricas	1,3	1	3	1	0	0	0,5	2	0	
		Aplicações de células fotoelétricas	1,5	1	3	2	0	0	0,5	2	0	
		Luminescência	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	
Carga	0,2	Modelos de estrutura atômica	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
elétrica		Experiência de Rutherford	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
		Noção de carga elétrica	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Formas de eletrização	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Condutores e isolantes	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	
		Indução elétrica	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Eletroscópios	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Lei de Coulomb	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
		Unidades SI para a eletricidade	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	
Campo	0,5	O conceito de campo elétrico	0,8	0	3	0	0	0	0,5	2	0	
elétrico		Campo elétrico de cargas pontuais	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Linhas de campo elétrico	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Comportamento de um condutor eletrizado	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Rigidez dielétrica - Poder das pontas	1,8	2	3	2	0	0	0	0	0	
Potencial	0,6	Diferença de potencial	1,3	2	3	0	0	0	0	0	0	
elétrico		Diferença de potencial em um campo uniforme	0,5	2	0	0	0	0	0,5	2	0	
		Diferença de potencial no campo de uma carga	0,5	2	0	0	0	0	0,5	2	0	
		Gerador de Van der Graaff	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
Corrente	0,6	Portadores de cargas	0,5	0	2	0	0	0	0,5	2	0	
elétrica		Conceito de corrente elétrica	1,3	0	3	2	0	0	0,5	2	0	
nos metais		Circuitos elétricos simples	0,8	1	0	2	0	0	0	0	0	
		Resistência elétrica de condutor	0,8	1	0	2	0	0	0	0	0	
		Lei de Ohm	0,8	0	2	1	0	0	0	0	0	
		Associação de resistências (série e paralelo) e r	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0	
		Instrumentos de medidas elétricas	0,8	1	1	1	0	0	0	0	0	
		Potência em elemento do circuito	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Variação da resistência com a temperatura e co	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	
		Ação térmica da corrente elétrica	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Lei de Joule	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
Ação térmica	0,3	Trabalho realizado pela corrente elétrica	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
da corrente		Potência da corrente elétrica	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	
elétrica		Ação térmica da corrente elétrica	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Lei de Joule	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Curto-circuito	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0	
		Aplicação prática da ação térmica da corrente e	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	
Corrente	0,8	Dissociação eletrolítica	0,5	0	2	0	0	0	0,5	2	0	
elétrica nos		Eletrólise	0,8	0	3	0	0	0	0,5	2	0	
eletrólitos		Determinação das cargas dos íons na eletrólise	0,8	0	3	0	0	0	0,5	2	0	
		Aplicações técnicas da eletrólise (zincagem, cro	1,3	1	3	1	0	0	0,5	2	0	
		Pilhas e acumuladores	0,8	0	3	0	0	0	0,5	2	0	
		Corrosão eletroquímica	1,0	0	3	1	0	0	0,5	2	0	
Corrente	0,0	Ionização de gás	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
elétrica nos		Condutibilidade iônica e eletrônica	0,3	1	0	0	0	0	0,5	0	2	
gases e no		Variação da intensidade da corrente elétrica no	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
vácuo		Descarga elétrica no gás à pressão atmosférica	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Descarga elétrica em gases rarefeitos	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
		Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâmpada	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
		Emissão e absorção de energia pelos átomos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Corrente elétrica no vácuo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Válvulas eletrônicas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrente	0,0	Propriedades dos condutores dielétricos e semi	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
eletrônica		Semicondutores intrínsecos	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
nos		Junções eletrônicas (p-n)	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
semi		Diodo semicondutor	0,0	0	0	0	0	0	0,5	0	2	
condutores		Transistor	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Corrente alternada e contínua	0,3	Características da corrente alternada e contínua	0,3	0	0	1	0	0,5	2	0
		Geradores de corrente alternada e contínua	0,3	0	0	1	0	0,5	2	0
		Transformadores	0,3	0	0	1	0	0,5	2	0
		Funcionamento de motores elétricos de corrente	0,3	0	0	1	0	0,5	2	0
Geradores	0,0	Força eletromotriz	0,0	0	0		0	0,5	0	2
		A equação do circuito	0,0	0	0		0	0,5	0	2
		Voltagem nos terminais de um gerador	0,0	0	0		0	0,5	0	2
Campo magnético	0,6	Magnetismo	1,0	0	3	1	0	0,5	2	0
		Ímãs	0,3	0	0	1	0	0	0	0
		Linha de força do campo magnético	1,0	0	3	1	0	0,5	2	0
		Polos magnéticos de um ímã	0,3	0	0	1	0	0	0	0
Campo magnético de corrente	0,2	Polos magnéticos de um circuito elétrico	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Ação do campo magnético sobre condutores	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Eletromagnetismo	1,0	0	3	1	0	0,5	2	0
		Eletroímã	0,3	0	0	1	0	0	0	0
		Funcionamento e construção de voltmímetros e a	0,8	1	2	0	0	0,5	2	0
		Força de interação entre espiras e fios	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Campo magnético em um condutor retilíneo	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Campo magnético no centro de uma espira circ	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Campo magnético em um solenóide	0,3	1	0		0	0,5	0	2
		Influência do meio no valor do campo magnético	0,0	0	0		0	0,3	0	1
Indução eletromagnética	0,1	Força eletromotriz induzida	0,0	0	0		0	0,5	0	2
		A lei de Faraday (campo magnético em movime	0,8	0	3		0	1	2	2
		A lei de Lenz (corrente induzida tem sentido cor	0,0	0	0		0	0,5	0	2
		O transformador	0,0	0	0	0	0	0,5	2	0
		Correntes de Foucault	0,0	0	0		0	0,5	0	2
		Ondas eletromagnéticas	0,0	0	0	0	0	0,5	2	0
		Espectro eletromagnético	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Ondas eletromagnéticas	0,2	Campo eletromagnético	0,0	0	0	0	0	0,5	2	0
		Propagação do campo eletromagnético	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Propriedades das ondas eletromagnéticas	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Espectro eletromagnético	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Ondas de rádio e microondas	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Radiações infravermelhas, visíveis e ultravioleta	1,3	1	2	2	0	0,5	2	0
		Raios X e raios gama	0,3	1	0	0	0	0	0	0
Capacitores	0,1	Capacitores	0,3	0	0	1	0	0	0	0
		Associação de capacitores	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		A energia em um capacitor	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Teoria da relatividade	0,3	Princípio da relatividade na Mecânica Clássica	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Teoria da relatividade especial	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Postulados de Einstein	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Noção de simultaneidade	0,8	0	0	3	0	0	0	0
		Relatividade dos comprimentos e do tempo	0,8	0	0	3	0	0	0	0
Física nuclear	0,0	Radioatividade	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Transmutação de elementos químicos	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Emissão radioativa	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Composição de núcleos atômicos	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Isótopos	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Aplicações dos radioisótopos	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Forças nucleares	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Reação em cadeia	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Reatores nucleares de fusão e fissão	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Tecnologia	0,2	Funcionamento do radar	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Princípio das Telecomunicações	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Funcionamento do rádio e da televisão	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Reprodução do som - Compact Disc	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Ultra-som e suas aplicações	0,8	1	0	2	0	0	0	0
		O laser e a holografia	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Princípios da fotocopiadora	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Micro informática e computadores	0,8	1	0	1	1	0	0	0
		Robôs industriais	0,8	1	0	2		0	0	0
		Sonar	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Fontes alternativas de energia	0,0	0	0	0	0	0	0	0
		Fibras óticas	0,5	0	0	1	1	0	0	0

## Manutenção

### Presença

### Interessante Saber

Tópico	Intens.	Assunto	Intens.	MN1	MN2	MN3	MN4	MN5	MN6
Introdução	1,4	Algarismos significativos	1,5	1	3	1	1	2	1
		Potências de 10	1,0	2	0	2	0	1	1
		Funções	0,8	1	0	0	0	3	1
		Gráficos	1,0	1	1	1	1	1	1
		Mudança de Escala	1,8	2	1	2	2	2	2
		Construção de gráficos	1,0	1	1	1	1	1	1
		Interpretação de gráficos	1,2	2	1	1	1	1	1
		Medidas de tempo e distância	2,5	3	2	3	3	2	2
		Sistema Internacional de Unidades	2,0	2	3	2	2	1	2
		Cinemática	1,1	Referencial	0,7	1		0	0
Deslocamento	1,2			2	2	0	0	2	1
Velocidade	2,0			1	3	2	2	3	1
Aceleração	1,5			1	2	1	1	3	1
Movimento Retilíneo Uniforme	1,3			1	3	0	0	3	1
Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	0,8			1	0	0	0	3	1
Queda Livre	0,7			1	1	0	0	1	1
Composição de Movimentos	0,7			1	1	0	0	1	1
Vetores	0,4	Grandezas vetoriais e escalares	0,5	1	0	0	0	1	1
		Operações com vetores	0,3	1	0	0	0		1
Movimento Curvo e Rotações	1,2	Movimento circular uniforme	0,8	0	3	0	0	1	1
		rotações	1,3	1	3	0	0	2	2
		Momento angular	1,0	0	3	0	0	2	1
		Momento de inércia	1,2	1	1	1	1	2	1
		Torque	1,7	1	3	1	1	2	2
		Associação de engrenagens	1,3	1	3	0	0	2	2
Ferramentas e Mecanismos	1,2	Ampliação de forças	1,2	0	3	1	1	2	
		Vantagem mecânica	1,0		3	0	0	3	
Mecanismos		Trabalho e ampliação de força	1,5	0	3	1	3	2	
		Trabalho e ampliação de velocidade	1,3	0	3	1	1	3	
		Vantagem mecânica em meios líquidos (p)	1,0	0	3	0	0	3	
Leis de Newton (1ª e 3ª)	0,6	Força	1,2	1	0	1	1	3	1
		Medida de força	0,8	0	0	1	1	2	1
		1ª lei de Newton – Inércia	0,3	1	0	0	0	1	
		3ª lei de Newton - Ação e Reação	1,3	1	2	1	1	2	1
		Equilíbrio de Partícula	0,0	0	0	0	0		
		Equilíbrio de Corpo Rígido	0,2	0	0	0	0	1	
2ª lei de Newton	0,8	Segunda lei de Newton	0,5	0	1	0	0	2	
		Peso e Massa	0,8	0	1	0	0	3	1
		Força de Atrito	1,2	0	3	0	0	3	1
		Resistência do Ar	1,0	0	3	0	0	3	0
		Força Centrípeta	0,5	0	0	0	0	3	
Gravitação Universal	0,1	Leis de Kepler	0,0	0	0	0	0		
		Gravitação Universal	0,2	0	0	0	0	1	
		Movimentos de satélite	0,0	0	0	0	0		
Hidrostatica	0,9	Pressão	1,5	2	0	1	2	3	1
		Massa Específica	0,7	0	0	0	0	3	1
		Pressão atmosférica	0,7	1	0	0	0	3	
		Variação da pressão em função da profundidade	0,5	0	0	0	0	3	
		Vasos comunicantes	0,8	0	2	0	0	3	
		Prensa hidráulica	1,7	1	3	1	1	3	1
		Empuxo	0,5	0		0	0	3	

Indic.	MN1	MN2	MN3	MN4	MN5	MN6
		bco				
1,5	1		2	2	2	2
1,5	1		2	2	2	2
0,8	1		0	0	2	2
1,5	1		2	2	2	2
1,5	1		2	2	2	2
1,2	1		0	2	2	2
1,0	0		0	2	2	2
1,0	2		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,7	1		0	0	2	1
0,7	1		0	0	2	1
0,5	1		0	0	1	1
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,7	1		0	0	2	1
0,8	1		0	0	2	2
1,5	1		2	2	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
1,5	1		2	2	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
1,3	1		2	2	2	1
0,8	1		0	0	2	2
0,5	1		0	0	1	1
0,7	1		0	0	1	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,8	1		0	0	2	2
0,5	1		0	0	1	1
0,7	1		0	0	2	1
0,5	1		0	0	1	1
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1
0,8	1		0	0	2	2
0,7	1		0	0	2	1

Conservação de Energia	0,6	Trabalho de uma força	0,7	0	0	1	1	2		0,8	1	0	0	2	2
		Potência	1,7	1	2	2	2	3		0,8	1	0	0	2	2
		Trabalho e energia cinética	0,7	0	0	0	1	3		0,7	1	0	0	2	1
		Energia potencial gravitacional	0,2	0	0	0	0	1		0,7	1	0	0	2	1
		Energia potencial elástica	0,2	0	0	0	0	1		0,8	1	0	0	2	2
		Conservação de energia	0,2	0	0	0	0	1		0,8	1	0	0	2	2
Quantidade de movimento	0,8	Impulso	0,8	0	3	0	0	2		0,7	1	0	0	2	1
		Quantidade de movimento	1,0	0	3	0	0	3		0,7	1	0	0	2	1
		Choques elásticos e inelásticos	0,3	0	0	0	0	2		0,7	1	0	0	2	1
		Conservação da Quantidade de Movimento	0,8	0	3	0	0	2		0,7	1	0	0	2	1
Temperatura	1,6	Modelo cinético molecular	0,0	0	0	0	0			0,8	1	0	0	2	2
		Energia interna	0,5	0	1	1	1			0,8	1	0	0	2	2
		Temperatura	2,7	1	3	3	3	3		0,8	1	0	0	2	2
		Medida de temperatura	2,5	1	2	3	3	3		0,8	1	0	0	2	2
		Usos de termômetros na indústria e na t	2,3	1	1	3	3	3		0,8	1	0	0	2	2
Dilatação	1,3	Dilatação térmica	1,5	0	1	1	2	3	2	0,8	1	0	0	2	2
		Dilatação de sólidos	1,7	1	1	1	2	3	2	0,8	1	0	0	2	2
		Dilatação de líquidos	1,0	1	0	0	0	3	2	1,2	1	0	2	2	2
		Importância da dilatação térmica na natureza	1,0	0	1	0	0	3	2	1,2	1	0	2	2	2
Transformações Gasosas	1,1	Noção de gás perfeito e gás real	0,5	0	0	0	3			0,8	1	0	0	2	2
		Variáveis de estado num gás perfeito: pressão, temperatura e volume	0,5	0	0	0	3			0,8	1	0	0	2	2
		Pressão de um gás	1,8	0	1	2	2	3	3	0,8	1	0	0	2	2
		Manômetros	2,2	0	3	2	2	3	3	0,8	1	0	0	2	2
		Noção e uso do vácuo na indústria	2,0	0	3	1	2	3	3	0,8	1	0	0	2	2
		Transformação isotérmica (a temperatura constante)	0,8	0	0	1	1	3		0,8	1	0	0	2	2
		Transformação isobárica (a pressão constante)	0,8	0	0	1	1	3		0,8	1	0	0	2	2
		Transformação isovolumétrica (a volume constante)	0,7	0	0	0	1	3		0,8	1	0	0	2	2
		Transformação adiabática (sem troca de calor)	0,8	0	0	1	1	3		0,8	1	0	0	2	2
Transmissão de calor	1,3	Condução	1,3	1	3	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Convecção	0,8	0	0	0	3	2		0,8	1	0	0	2	2
		Irradiação	1,7	1	3	0	0	3	3	0,8	1	0	0	2	2
		Perdas de calor em dutos industriais	1,3	1	0	1	1	3	2	0,8	1	0	0	2	2
Termo dinâmica	1,4	Noção de Calor	1,5	1	1	1	1	3	2	0,8	1	0	0	2	2
		Transferência e troca de calor	2,3	1	3	2	2	3	3	0,8	1	0	0	2	2
		Capacidade Térmica	1,5	0	2	1	1	3	2	0,8	1	0	0	2	2
		Calor específico	0,7	0	0	0	3	1		1,5	1	2	2	2	2
		Efeitos das trocas de calor na natureza e na indústria	1,2	1	2	0	0	3	1	1,5	1	2	2	2	2
Mudanças de estados da matéria	0,7	Sólidos, líquidos e gases	1,0	0	0	1	1	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Fusão e solidificação	0,7	0	0	0	0	3	1	1,2	1	0	2	2	2
		Vaporização e condensação	0,7	0	0	0	0	3	1	1,5	1	2	2	2	2
		Influência da pressão na mudança de estado	1,2	0	0	1	2	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Sublimação	0,7	0	0	0	0	3	1	0,7	1	0	0	2	1
		Diagramas de estado	0,5	0	0	0	0	3		0,7	1	0	0	2	1
		Pressão de vapor	1,0	0	2	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Ponto crítico	0,7	0	0	0	0	3	1	0,7	1	0	0	2	1
		Ponto triplice	0,2	0	0	0	0	1		0,8	2	0	0	2	1
Estado Sólido	0,7	Características e propriedades dos sólidos	1,2	0	3	0	0	3	1	1,5	1	2	2	2	2
		Rede cristalina	0,3	0	0	0	1	1		0,7	1	0	0	2	1
		Tipos de estruturas cristalinas	0,2	0	0	0	0	1		0,7	1	0	0	2	1
		Deformações em corpos sólidos	1,0	1	1	0	0	3	1	1,3	1	2	2	2	1
		Elasticidade, plasticidades, fragilidade, ductilidade	1,2	0	3	0	0	3	1	1,2	1	0	2	2	2
		Lei de Hooke. Módulo de elasticidade	0,5	0	0	0	3	0		0,7	1	0	0	2	1
Estado Líquido	0,6	Características e propriedades dos líquidos	0,7	0	0	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Tensão superficial	0,2	0	0	0	0	1		0,7	1	0	0	2	1
		Capilaridade	0,3	0	0	0	0	2		0,7	1	0	0	2	1
		Viscosidade	1,2	0	3	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
Estado Gasoso	0,7	Características e propriedades dos gases	0,8	0	2	0	0	3		0,8	1	0	0	2	2
		Vapor saturado	0,8	0	2	0	0	3		0,5	1	0	0	2	0
		Vapor não saturado	0,5	0	0	0	0	3		0,5	1	0	0	2	0
		Ponto de ebulição	0,7	0	0	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Uso de gases liquefeitos	1,2	0	3	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2
		Ciclo de vaporização	0,5	0	0	0	0	3		0,5	1	0	0	2	0
		Umidade relativa do ar	0,5	0	0	0	0	3		0,5	1	0	0	2	0

Máquinas	1,3	Calor como forma de energia	1,8	0	3	0	3	3	2	0,8	1	0	0	2	2	
Térmicas		Princípio de Funcionamento das Máquinas	1,5	0	0	1	3	3	2	0,8	1	0	0	2	2	
		Trabalho termodinâmico	0,8	0	0	0	0	3	2	0,8	1	0	0	2	2	
		Máquinas a vapor	0,8	0	1	0	0	3	1	1,0	1	0	2	2	1	
		Calor libertado na combustão	0,8	0	0	0	0	3	2	1,2	1	0	2	2	2	
		Motor a combustão	0,7	0	1	0	0	3	0	1,0	1	0	2	2	1	
		Ferro elétrico	0,3	0	0	0	0	2	0	1,0	1	0	2	2	1	
		Geladeira e refrigerador	2,5	3	3	1	3	2	3	0,8	1	0	0	2	2	
		Misturas refrigerantes	2,0	3	3	1	2	2	1	0,8	1	0	0	2	2	
Comportamento	0,5	Natureza da luz	0,2	0	0	0	0	1	0,8	1	0	0	2	2		
		Teorias ondulatória e corpuscular da luz	0,0	0	0	0	0	0,5	1	0	0	1	1			
		Materiais transparentes, translúcidos e opacos	0,5	0	1	0	0	1	0,8	1	0	0	2	2		
		Fontes luminosas	1,3	0	3	0	0	2	1,0	2	0	0	2	2		
Ótico dos materiais		Reflexão, refração e absorção	0,3	0	0	0	1	0,8	2	0	0	1	2			
		Reflexão da luz	0,1	Reflexão e leis da reflexão	0,2	0	0	0	0,7	2	0	0	1	1		
		Espelhos planos		0,2	0	0	0	0	0,7	2	0	0	1	1		
		Espelhos esféricos		0,2	0	0	0	0	0,8	2	0	0	2	1		
Formação de imagens em espelhos	0,0	0		0	0	0	0,5	2	0	0	0	1				
		Equação dos espelhos esféricos	0,2	0	0	0	0	0,7	2	0	0	1	1			
Refração da luz	0,4	Refração da luz	0,2	0	0	0	1	0,8	2	0	0	2	1			
		Leis da refração	0,2	0	0	0	1	0,7	2	0	0	1	1			
		Lentes esféricas	0,2	0	0	0	1	0,8	2	0	0	2	1			
		Construção de imagens em lentes	0,3	1	0	0	1	0,7	2	0	0	1	1			
		Prismas, lâminas de faces paralelas	0,3	1	0	0	1	0,7	2	0	0	1	1			
		Instrumentos óticos: máquina fotográfica, microscópio	0,7	0	1	0	1	2	0,8	2	0	0	2	1		
		Funcionamento do olho humano	0,7	0	3	0	0	1	0,7	2	0	0	1	1		
Fotometria	0,8	Fluxo luminoso	1,2	0	3	0	2	2	0,7	1	0	0	2	1		
		Intensidade luminosa	1,2	0	3	0	2	2	0,8	1	0	0	2	2		
		Iluminação (leis e aplicações)	0,7	0	0	0	3	1	0,8	1	0	0	2	2		
		Fotômetros	0,0	0	0	0	0	0,7	1	0	2	0	1			
Ondulatória	0,4	Movimento harmônico simples	0,5	0	0	0	0	2	1	0,8	1	0	0	2	2	
		Características das ondas: comprimento de onda, velocidade de propagação	0,5	0	0	0	0	2	1	1,2	1	0	2	2	2	
		Transporte de energia através das ondas	0,3	0	0	0	0	2	0,7	1	0	0	2	1		
		Ondas em uma corda	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Ondas na superfície de líquido	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Ondas no espaço	0,2	0	0	0	0	1	0,5	1	0	0	1	1		
		Difração	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Interferência	0,3	0	0	0	0	1	1	0,8	1	0	0	2	2	
		Pêndulo simples	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Oscilações elásticas	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Vibrações mecânicas	1,2	3	1	0	0	3	1,3	2	0	2	2	2		
		Ressonância mecânica	0,7	0	1	0	0	3	1,2	1	0	2	2	2		
		Acústica	0,5	Natureza do som	0,2	0	0	0	0	1	1,0	1	0	2	2	1
				Velocidade de propagação do som	0,2	0	0	0	0	1	1,0	1	0	2	2	1
Altura, intensidade e timbre	0,7			0	3	0	0	1	1,0	1	0	2	2	1		
Fontes sonoras: cordas, placas, colunas de ar	0,5			0	2	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
Reflexão, absorção, difração e interferência	0,7			0	3	0	0	1	0,8	1	0	0	2	2		
Controle de ruídos	0,8			0	1	0	0	3	1	1,2	1	0	2	2	2	
Propriedades Ondulatórias da luz	0,2	Interferência luminosa	0,7	0	1	0	0	3	0,7	1	0	0	2	1		
		Condições de interferência	0,5	0	0	0	0	3	0,7	1	0	0	2	1		
		Películas finas	0,0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1		
		Usos da interferência da luz em medidas	0,0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1		
		Difração da luz	0,0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1		
		Rede de difração	0,0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1		
		Polarização da luz	0,0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1			
Radiações e Espectros	0,5	Dispersão da luz	0,7	0	3	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Decomposição da luz	0,2	0	0	0	0	1	0,7	1	0	0	2	1		
		Radiação ultravioleta	0,5	0	1	0	0	1	1	0,8	1	0	0	2	2	
		Radiação infravermelha	0,7	0	0	0	0	1	3	0,8	1	0	0	2	2	
		Espectrômetro (análise espectral)	0,3	0	0	0	0	1	1	1,2	1	0	2	2	2	

Propriedades	0,5	Propriedades ondulatórias e quânticas da luz	0,2	0	0	0	0	1		
Quânticas		Pressão da luz	0,2	0	0	0	0	1		
das		Efeito térmico da luz	0,3	0	0	0	0	1	1	
Radiações		Efeito químico da luz	0,2	0	0	0	0	1		
		Efeito fotoelétrico	0,5	0	0	1	0		2	
		Células fotoelétricas	0,8	0	2	1	0		2	
		Aplicações de células fotoelétricas	1,5	3	2	2	0		2	
		Luminescência	0,0	0		0	0			
Carga elétrica	1,0	Modelos de estrutura atômica	0,2	0	0	0	0	1		
		Experiência de Rutherford	0,2	0	0	0	0	1		
		Noção de carga elétrica	0,7	0	0	1	1	1	1	
		Formas de eletrização	0,5	0	0	0	1	2		
		Condutores e isolantes	2,3	0	2	3	3	3	3	
		Indução elétrica	1,8	0	0	3	3	3	2	
		Eletroscópios	0,7	0	0	1	3			
		Lei de Coulomb	1,2	0		2	3		2	
		Unidades SI para a eletricidade	1,5	0	0	3	3		3	
Campo elétrico	0,4	O conceito de campo elétrico	0,7	0	0	0	0	3	1	
		Campo elétrico de cargas pontuais	0,0	0	0	0	0			
		Linhas de campo elétrico	0,0	0	0	0	0			
		Comportamento de um condutor eletrizado	0,2	0	0	0	0		1	
		Rigidez dielétrica - Poder das pontas	1,0	0	0	2	3		1	
Potencial elétrico	1,1	Diferença de potencial	2,5	3		3	3	3	3	
		Diferença de potencial em um campo unificado	1,7	1		0	3	3	3	
		Diferença de potencial no campo de uma carga pontual	0,0	0		0	0			
		Gerador de Van der Graaff	0,3	1		0	1			
Corrente elétrica nos metais	2,0	Portadores de cargas	0,2	0		0	1			
		Conceito de corrente elétrica	2,0	3		3	3	1	2	
		Circuitos elétricos simples	2,0	3		3	3		3	
		Resistência elétrica de condutor	2,0	3		3	3		3	
		Lei de Ohm	2,0	3		3	3		3	
		Associação de resistências (série e paralelo)	2,3	3	2	3	3		3	
		Instrumentos de medidas elétricas	2,5	3	3	3	3		3	
		Potência em elemento do circuito	2,0	3		3	3		3	
		Varição da resistência com a temperatura	2,5	3	3	3	3		3	
		Ação térmica da corrente elétrica	2,5	3	3	3	3		3	
		Lei de Joule	2,3	3	2	3	3		3	
Ação térmica da corrente elétrica	1,9	Trabalho realizado pela corrente elétrica	1,5	0	0	3	3		3	
		Potência da corrente elétrica	2,0	3		3	3		3	
		Ação térmica da corrente elétrica	2,2	3	1	3	3		3	
		Lei de Joule	2,0	3	1	3	3		2	
		Curto-circuito	1,5	3	0	2	2		2	
		Aplicação prática da ação térmica da corrente elétrica	2,2	3	1	3	3		3	
Corrente elétrica nos eletrólitos	0,1	Dissociação eletrolítica	0,2	0	0	1	0			
		Eletrolise	0,0	0	0	0	0			
		Determinação das cargas dos íons na eletrólise	0,0	0	0	0	0			
		Aplicações técnicas da eletrólise (zincagem)	0,0	0	0	0	0			
		Pilhas e acumuladores	0,3	0	1	1	0			
		Corrosão eletroquímica	0,0	0	0	0	0			
Corrente elétrica nos gases e no vácuo	0,6	Ionização de gás	0,2	1	0	0	0			
		Condutibilidade iônica e eletrônica	0,3	0	0	1	1			
		Varição da intensidade da corrente elétrica com a distância	0,0	0	0	0	0			
		Descarga elétrica no gás à pressão atmosférica	0,0	0	0	0	0			
		Descarga elétrica em gases rarefeitos	0,0	0	0	0	0			
		Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâmpadas de sódio)	2,7	3	3	1	3	3	3	
		Emissão e absorção de energia pelos átomos	0,0	0	0	0	0			
		Corrente elétrica no vácuo	0,2	0	0	1	0			
		Válvulas eletrônicas	1,8	0	2	3	3	3		
Corrente elétrica nos semicondutores	1,6	Propriedades dos condutores dielétricos e semicondutores intrínsecos	1,3	3	0	1	3		1	
		Semicondutores intrínsecos	1,2	3	0	1	3			
		Junções eletrônicas (p-n)	1,5	3	0	3	3			
		Diodo semicondutor	1,7	3	0	3	3		1	
		Transistor	2,3	3	0	3	3	3	2	

			0,7	1		0	0	2	1	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,5	1		0	0	0	2	
			0,5	1		0	0	0	2	
			0,2	1		0	0	0	0	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,3	1		0	0	0	1	
			0,5	1		0	0	0	2	
			0,5	1		0	0	0	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,5	1		0	0	2	0	
			0,5	1		0	0	2	0	
			1,2	1		0	2	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,7	1		0	2	0	1	
			0,3	1		0	0	0	1	
			0,7	1		0	2	0	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			1,0	1		0	2	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			1,2	1		0	2	2	2	
			1,5	1		2	2	2	2	
			0,5	1		0	0	1	1	
			1,0	1		0	2	1	2	
			0,8	1		0	2	1	1	
			1,0	1		0	2	1	2	
			0,8	1		0	0	2	2	
			1,0	1		0	2	1	2	
			0,8	1		0	0	1	1	
			0,5	1		0	0	1	1	
			0,5	1		0	0	1	1	
			0,7	1		0	0	2	1	
			0,8	1		0	0	2	2	
			0,3	1		0	0	0	1	
			0,5	1		0	0	1	1	
			0,7	1		0	0	1	2	
			0,8	1		0	0	2	2	



## Operadores

### Presença

### Interessante Saber

Tópico	Intens.	Assunto	Intens.	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	OP12	OP13	OP14
Introdução	0,6	Algarismos significativos	0,5	0	0			0		2	3	0		0	1	1	0
		Potências de 10	0,2		0		0			1	0	0	1			1	0
		Funções	0,6		0		0	1		2	3	0				2	0
		Gráficos	0,6	2	0		0	0		1	1	0		1	2	2	0
		Mudança de Escala	0,9	3	0		0	0		2	3	0		0	3	2	0
		Construção de gráficos	0,4	2	0		0	0		1	0	0		1		2	0
		Interpretação de gráficos	0,6	3	0		0	0		1	0	0		2	1	2	0
		Medidas de tempo e distância	0,8	2	3		0	2		1	0	0		0	1	2	0
		Sistema Internacional de Unidades	0,8	3	3		0	0		1	2	0		0	2	2	0
Cinemática	1,2	Referencial	0,6							2	2	0	3	0	1		0
		Deslocamento	1,5	3	2		1		3	2	0	3	0	2	2	3	
		Velocidade	2,0	3	3		3		2	3	2	3	2	2	2	3	
		Aceleração	1,6	3	3		1		2		2	3	2	2	2	3	
		Movimento Retilíneo Uniforme	1,1	3	0		1		1		0	3	3	2		3	
		Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	1,0	3	3				3		0	3		2			
		Queda Livre	0,7	0	0				3	2	0	3	0	2			
		Composição de Movimentos	1,4	2			1		3	3	0	3	0	2	2	3	
Vetores	0,4	Grandezas vetoriais e escalares	0,5	0	0				3		0		0	2	2		
		Operações com vetores	0,3	0	0				2		0		0	2			
Movimento Curvo e Rotações	0,5	Movimento circular uniforme	0,9	3	0		0		2	3	0			1		3	
		Rotações	0,7	3	0		1		3		0			1	2		
		Momento angular	0,2		0				2		0			1			
		Momento de inércia	0,5	3	0				3		0			1			
		Torque	0,3	3	0						0			1			
		Associação de engrenagens	0,6	3	0		0		1	3	0		0	1			
Ferramentas e Mecanismos	0,7	Ampliação de forças	0,7	3			0			3	2		0	1		1	
		Vantagem mecânica	0,5				0		3	3	0		0	1			
		Trabalho e ampliação de força	0,8	2			0		3	3	0		0	1	2		
		Trabalho e ampliação de velocidade	0,6	2			0	1		3	0		0	1	2		
		Vantagem mecânica em meios líquidos	0,6	3			0	0	3	0		0	1	2			

Indic.	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	OP12	OP13	OP14
0,8	1	0			1		2	0	1		1	2	2	1
0,9	1	1			2		2	1	2		0	0	2	1
0,7	2	1			0		2	0	2		0	0	2	1
1,0	0	2			1		2	2	2		0	2	2	1
0,8	0	1			1		2	0	2		0	2	2	1
1,0	0	2			1		2	2	2		0	2	2	1
1,1	0	2			2		2	2	2		0	2	2	1
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	1
0,7	0	0			1		2	0	2		0	2	2	1
0,6	1	0			0		2	0	1		0	2	2	1
0,7	0	0			0		2	0	2		0	2	2	2
0,6	0	0			0		2	0	0		0	2	2	2
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	2
0,7	0	0			0		2	0	2		0	2	2	2
0,6	0	0			1		2	0	2		2	2	0	
0,7	1	1			0		2	0	2		0	2	2	0
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	1
0,8	2	1			0		2	0	2		0	2	2	0
0,6	2	1			0		2	0			0	2	2	0
0,7	0	0			1		2	0	2		0	2	2	1
0,4	0	0			0		0	0	2		0	2	2	0
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	0
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	0
0,4	0	0			0		0	2	2		0	2	2	0
0,7	0	0			2		2	0	2		0	2	2	0
0,6	0	0			0		2	0			2	2	2	1
0,7	0	0			0		2	0	2		2	2	2	0
0,7	0	0			0		2	0	2		2	2	2	0
0,7	0	0			0		2	0	2		2	2	2	0
0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	2	0

Leis de Newton (1ª e 3ª)	0,8	Força	1,6	3	2				3	2	2	3		2	2	3	0,4	0	0			0		2	0			0	2	0	1
		Medida de força	1,0	3	0				2		2	3		2	2		0,3	0	0			0		2	0			0	2	0	0
		1ª lei de Newton – Inércia	0,9	2	0	1			3		0	3		2	2		0,6	0	0			0		2	0	2		0	2	0	2
		3ª lei de Newton - Ação e Reação	1,1	2	0				1	3	0	3	2	2	2		0,4	0	0			0		2	0	2		0	2	0	0
		Equilíbrio de Partícula	0,1		0						1						0,3	0	0			0		2	0			0	2	0	0
		Equilíbrio de Corpo Rígido	0,2		0						0						0,5	0	0			0		2	0	2		0	2	0	1
2ª lei de Newton	0,8	Segunda lei de Newton	0,8	2					1	2	0	3		3			0,4	0	0			0		2	0	2		0	2	0	0
		Peso e Massa	1,6	3	3		0			2	2	3	1	3	2	3	0,6	0	0			2		2	0			0	2	0	2
		Força de Atrito	1,1	3	3		0				1	3	0	3	2		0,6	0	0			2		2	0			2	2	0	0
		Resistência do Ar	0,4	2			0					0	0	1	2		0,5	0	0			1		2	0	2		0	2	0	0
		Força Centrípeta	0,1	2					0		0						0,3	0	0			0		2	0	2		0	0	0	0
Gravitação Universal	0,1	Leis de Kepler	0,0	0	0					0	0						0,4	1	0			0		2	1	2		0	0	0	0
		Gravitação Universal	0,2	0	0				3	0	0		0				0,4	1	0			0		2	0	2		0	0	0	0
		Movimentos de satélite	0,0	0	0				0	0	0		0				0,4	1	0			0		2	0	2		0	0	0	0
			0,0														0,0														
Hidrostática	0,6	Pressão	1,6	3	3		2		3	3	3		3	3			0,4	0	0			0		2	0			0	2	2	0
		Massa Específica	0,8		0		0		3	3	0		0	3	2		0,8	0	1			2		2	0	2		0	2	2	0
		Pressão atmosférica	0,6	2	0		0		3	0	0		0	1	2		0,7	0	0			1		2	1	2		0	2	2	0
		Variação da pressão em função da profundidade	0,4	0	0		0				0	0	3	2			0,5	1	0			2		2	0			0	2	0	0
		Vasos comunicantes	0,0	0	0						0	0					0,5	1	0			0		2	0	2		0	0	2	0
		Prensa hidráulica	0,7	3	3		0		0		3		1				0,6	0	0			1		2	0	1		0	2	2	0
		Empuxo	0,1	2	0		0		0		0						0,5	0	1			1		2	0	1		0	0	2	0
Conservação de Energia	0,4	Trabalho de uma força	0,9		3				3	3	0		1	2			0,4	0	0			0		2	0	2		0	2	0	0
		Potência	0,9	1	0		1		3	3	0	3		0	2		0,3	0	0			0		2	0	2		0	0	0	0
		Trabalho e energia cinética	0,2		0		0		3		0		0				0,5	0	0			1		2	0	2		0	0	2	0
		Energia potencial gravitacional	0,1	2	0		0		0		0		0	0			0,5	0	0			1		2	0	2		0	0	2	0
		Energia potencial elástica	0,0	0	0		0				0		0	0			0,6	1	0			1		2	0	2		0	0	2	0
		Conservação de energia	0,4	1	0		0		2		0		0	0	2		0,4	0	0			1		2	0	2		0	0	0	0
Quantidade de movimento	0,6	Impulso	0,6	0			0		3	3	2		0	0	0		0,6	2	0			2		2	0	1		0	0	0	2
		Quantidade de movimento	1,0	2	0		0		1	3	3		0	0	3	2	0,3	0	0			2		2	0			0	0	0	0
		Choques elásticos e inelásticos	0,2		0				1		0		0	0	2		0,1	0	0			0		2	0			0	0	0	0
		Conservação da Quantidade de Movimento	0,4		0		1		0	0	3		0	0	2		0,0	0	0			0		0	0			0	0	0	0
Temperatura	1,3	Modelo cinético molecular	0,2	0	0		0		0	0	0			1	2		0,6	2	0			1		2	0	2		0	2	0	0
		Energia interna	0,9	3					3	3	0			1	3		0,4	0	0			0		2	0	2		0	2	0	0
		Temperatura	2,1	3	3		3	3	1	3	3	3	3	1	3		0,4	0	0			0		2	0	2		0	2	0	0
		Medida de temperatura	2,1	3	3		3	3	2	3	0	3	3	1	3	3	0,4	0	0			0		2	0			0	2	0	1
		Usos de termômetros na indústria e na técnica	1,4	3	0		3	0	2	1	0	3	3	1	3		0,6	0	1			2		2	0	2		0	2	0	0
Dilatação	0,8	Dilatação térmica	0,9	2	3		0		2	0	0	3	2	1	0		0,5	0	0			1		2	0	2		0	2	0	0
		Dilatação de sólidos	1,0	2	3		0			3	0	3	2	1	0		0,4	0	0			1		0	2			0	2	0	0
		Dilatação de líquidos	0,4	0	0		0		2	0	0	3		1	0		0,6	1	0			1		2	0	2		0	2	0	0
		Importância da dilatação térmica na natureza	0,6		0		0		1	3	0	3		0	2		0,7	0	2			2		2	0	2		0	2	0	0

Transformações	0,6	Noção de gás perfeito e gás real	0,0	0	0			0			0	0				
Gasosas		Variáveis de estado num gás perfeito: pressão	0,4	0	0		3		0	1		0	0	2		
		Pressão de um gás	0,6	0	0		3	3			0	0	1	2		
		Manômetros	1,2	3	1		1	2		2		0	3	2	3	
		Noção e uso do vácuo na indústria	0,9	3	2		2	2		0	3	0	0	1	0	
		Transformação isotérmica (a temperatura constante)	0,8	2			1			0	3	0	1	1	3	
		Transformação isobárica (a pressão constante)	0,8	2			1			0	3	0	1	1	3	
		Transformação isovolumétrica (a volume constante)	0,7	2			1			0	3	0		1	3	
		Transformação adiabática (sem troca de calor)	0,2	2			1				0		0	0		
Transmissão de calor	0,5	Condução	0,7	3	0			1		2		0	3		1	
		Convecção	0,2		0					0		0	3			
		Irradiação	0,4	1	0					0		1	3	0		
		Perdas de calor em dutos industriais	0,7	2	0			0		1		1	3		0	3
Termo dinâmica	0,9	Noção de Calor	1,0	2	0		1	1			3	1	3	2	1	
		Transferência e troca de calor	1,1	2	0		1	0		3		1	3	3	2	1
		Capacidade Térmica	0,9	1	0			0		1	3	0	3	3	1	1
		Calor específico	0,8	1	0					2	3	0	3		1	1
		Efeitos das trocas de calor na natureza e na indústria	0,9							2	3	0	3		1	3
Mudanças de estados da matéria	0,5	Sólidos, líquidos e gases	0,9	2	0		3	0		2	3	0		0	1	2
		Fusão e solidificação	0,9	3	0			0		2	3	2		1	2	0
		Vaporização e condensação	0,6	1	0			0		2		2		0	1	3
		Influência da pressão na mudança de estado	1,0	3	0		3	0			3	0			2	3
		Sublimação	0,0					0		0		0		0		
		Diagramas de estado	0,0					0						0		
		Pressão de vapor	0,4	0				0		0		3		0		3
		Ponto crítico	0,1	0								0				2
		Ponto triplice	0,0	0								0				
Estado Sólido	0,3	Características e propriedades dos sólidos	0,3	0	0			0				0		2		2
		Rede cristalina	0,0	0								0		0		
		Tipos de estruturas cristalinas	0,2	0	0						3	0		0		
		Deformações em corpos sólidos	0,3	1				0			3	0		0		
		Elasticidade, plasticidades, fragilidade, ductilidade	0,7	1	0			0		3	3	0		3		
		Lei de Hooke. Módulo de elasticidade	0,1	1	0							0				
Estado Líquido	0,2	Características e propriedades dos líquidos	0,2	3	0			0				0		0		
		Tensão superficial	0,0	0	0							0		0		
		Capilaridade	0,1		0			0		2		0		0		
		Viscosidade	0,6	2	0			0		1		0		3		2

			0,6	1	1					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	1	1					0			2	0	0		0	2	0	0
			0,6	1	1					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,3	0	0					0			2	0	2		0	0	0	0
			0,1	0	0					0			2	0	0		0	0	0	0
			0,3	0	0					0			2	0	0		0	2	0	0
			0,1	0	0					0			0	0	0		0	2	0	0
			0,5	0	2					1			2	0	0		0	2	0	0
			0,7	0	2					2			2	0	2		0	2	0	0
			0,6	0	2					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,6	0	2					0			2	0	2		0	2	0	0
			0,6	0	1					1			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	1					1			2	0	0		0	2	0	0
			0,4	0	1					1			2	0	0		0	2	0	0
			0,6	0	1					1			2	0	2		0	2	0	0
			0,4	0	0					1			2	0	2		0	0	0	0
			0,2	0	0					1			2	0	0		0	0	0	0
			0,4	2	0					1			2	0	0		0	0	0	0
			0,4	2	0					0			2	0	2		0	0	0	0
			0,5	1	0					0			2	0	2		0	0	2	0
			0,6	0	2					1			2	0	2		0	0	2	0
			0,7	0	2					2			2	0	2		0	0	2	0
			0,6	0	2					0			2	0	2		0	0	2	0
			0,4	0	1					1			0	0	2		0	0	2	0
			0,5	0	1					0			2	0	2		0	0	2	0
			0,6	0	1					1			2	0	2		0	0	2	0
			0,4	0	1					1			2	0	2		0	0	0	0

Estado	0,3	Características e propriedades dos gases	0,3	0	0	0	0	0	0	2	2		
Gasoso		Vapor saturado	0,2	0	0	0	0	3	0				
		Vapor não saturado	0,2	0	0	0	0	3	0		0		
		Ponto de ebulição	0,1	1	0	0	0	1	0	0	0		
		Uso de gases liquefeitos	0,1	0	0	0	1	0	0	0	0		
		Ciclo de vaporização	0,2	0	0	0	0	1	0	0	2		
		Umidade relativa do ar	0,9	2	0	0	2	2	1	2	3		
Máquinas	0,5	Calor como forma de energia	1,1	3	3	0	2		3	1	3	0	
Térmicas		Princípio de Funcionamento das Máquina	0,6	1		0		0	3	0	2	3	
		Trabalho termodinâmico	0,0			0		0		0		0	
		Máquinas a vapor	0,0	0	0	0		0	0	0	0	0	
		Calor libertado na combustão	0,4	1	0	0	0	0	3	1	0	0	
		Motor a combustão	0,1	0	0	0	0	1	0		0	0	
		Ferro elétrico	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Geladeira e refrigerador	1,7	3	0	3	2	1	3	3	3	3	
		Misturas refrigerantes	0,4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
Comporta- mento	0,5	Natureza da luz	0,5	0	0	0		1	3	0	0	3	
		Teorias ondulatória e corpuscular da luz	0,2	0	0	0		0		0		3	
Ótico		Materiais transparentes, translúcidos e opacos	0,7	2	0	0	0	1	3	0	1	3	
dos materiais		Fontes luminosas	0,9	0	0	0		3	3	2	2	3	
		Reflexão, refração e absorção	0,3	1	0	0	0			0	3	0	
Reflexão da luz	0,1	Reflexão e leis da reflexão	0,1	1	0	0		1		0	0	0	
		Espelhos planos	0,1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
		Espelhos esféricos	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		Formação de imagens em espelhos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Equação dos espelhos esféricos	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Refração da luz	0,3	Refração da luz	0,4	0	0	0		3		0	0	2	1
		Leis da refração	0,1	0	0	0		0		0	0		1
		Lentes esféricas	0,1	0	0	0		0	0	0	0		1
		Construção de imagens em lentes	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Prismas, lâminas de faces paralelas	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Instrumentos óticos: máquina fotográfica,	0,1	0	0	0	0	1	1	0	0		
		Funcionamento do olho humano	1,2	0	0	0	2	3	3	3	0	3	3
Fotometria	0,3	Fluxo luminoso	0,4	0	0	0	0	3	3	0		0	
		Intensidade luminosa	0,4	0	0	0	0	2	3	0	1	0	
		Iluminação (leis e aplicações)	0,2	0	0	0	0	0	3	0			
		Fotômetros	0,0	0	0	0	0	0		0	0		

			0,4	2	1				1			0	2		0	0	0	0	
			0,6	1	1				1			2	0	2		0	0	2	0
			0,5	1	1				1			2	0	2		0	0	0	0
			0,4	0	1				1			2	0	2		0	0	0	0
			0,3	1	1				0			0	2		0	0	0	0	0
			0,5	1	1				1			2	0	2		0	0	0	0
			0,2	0	1				0			2	0	0		0	0	0	0
			0,0	0	0				0			0	0		0	0	0	0	0
			0,4	0	2				0			2	0	2		0	0	0	0
			0,4	0	2				0			2	0	2		0	0	0	0
			0,5	1	0				0			2	2	2		0	0	0	0
			0,1	0	0				0			2	0	0		0	0	0	0
			0,2	1	0				0			2	0	0		0	0	0	0
			0,2	1	0				0			2	0	0		0	0	0	0
			0,3	0	0				0			2	0	0		0	2	0	0
			0,6	0	0				1			2	2	2		0	2	0	0
			0,6	1	1				2			2	0	2		0	0	0	0
			0,5	1	1				1			2	0	2		0	0	0	0
			0,4	0	1				0			2	0	2		0	0	0	0
			0,4	1	1				2			2	0	0		0	0	0	0
			0,2	0	1				0			0	2		0	0	0	0	0
			0,2	0	1				0			0	2		0	0	0	0	0
			0,5	1	1				1			1	1	2		0	0	0	0
			0,5	1	1				1			1	1	2		0	0	0	0
			0,6	1	1				1			2	1	2		0	0	0	0
			0,6	1	1				1			2	1	2		0	0	0	0
			0,5	2	1				0			2	0	2		0	0	0	0
			0,4	2	1				0			1	0	2		0	0	0	0
			0,4	1	1				0			1	1	2		0	0	0	0
			0,4	1	1				0			1	1	2		0	0	0	0
			0,4	1	1				0			1	1	2		0	0	0	0
			0,4	1	1				0			2	0	2		0	0	0	0
			0,3	1	1				0			2	0	0		0	0	0	0
			0,5	1	1				1			2	0	2		0	0	0	0
			0,6	1	1				1			2	0	2		0	0	2	0
			0,7	2	1				1			2	0	2		0	0	2	0
			0,6	1	1				1			2	0	2		0	0	2	0

Ondulatória	0,2	Movimento harmônico simples	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	
		Características das ondas: comprimento d	0,2	0	0	0	0	3	0	0		
		Transporte de energia através das ondas	0,3	1	0	0	0	0	0	0		3
		Ondas em uma corda	0,2	0	0	0	0	0	0	0		3
		Ondas na superfície de líquido	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Ondas no espaço	0,2	0	0	0	0	3	0	0		
		Difração	0,2	0	0	0	0	3	0	0		
		Interferência	0,1	0	0	0	0	1	0	0		
		Pêndulo simples	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Oscilações elásticas	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Vibrações mecânicas	0,4	2	0	0	0	1	3	0	0	
		Ressonância mecânica	0,3	2	0	0	0	2	0	0		
Acústica	0,8	Natureza do som	0,8	0	0	0	0	2	3	1	3	2
		Velocidade de propagação do som	1,1	0	0	0	0	3	3	1	3	3
		Altura, intensidade e timbre	0,7	0	0	0	0	3	1	3	0	3
		Fontes sonoras: cordas, placas, colunas d	0,8	0	0	0	0	2	3	0	3	0
		Reflexão, absorção, difração e interferênc	0,9	0	0	0	0	2	3	0	3	3
		Controle de ruídos	0,7	2	0	0	0	0	3	1	3	1
Propriedades	0,1	Interferência luminosa	0,5	0	0	0	0	1	0	3	0	0
Ondulatórias		Condições de interferência	0,2	0	0	0	0	0	3	0	0	
da luz		Películas finas	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Usos da interferência da luz em medidas	0,1	1	0	0	0	0	0	0		
		Difração da luz	0,1	0	0	0	0	2	0	0		
		Rede de difração	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Polarização da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
Radiações e	0,1	Dispersão da luz	0,1	2	0	0	0	0	0	0		
Espectros		Decomposição da luz	0,1	2	0	0	0	0	0	0		
		Radiação ultravioleta	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Radiação infravermelha	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Espectrômetro (análise espectral)	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
Propriedades	0,1	Propriedades ondulatórias e quânticas da	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
Quânticas		Pressão da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
das		Efeito térmico da luz	0,1	1	0	0	0	1	0	0		
Radiações		Efeito químico da luz	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Efeito fotoelétrico	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Células fotoelétricas	0,3	0	3	0	0	1	0	0		
		Aplicações de células fotoelétricas	0,0	0	0	0	0	0	0	0		
		Luminescência	0,1	0	0	0	0	2	0	0		

0,4	0	1						0		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	0	1						1		2	0	2		0	0	0	1
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	0	1						2		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0	1						0		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0	1						0		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	0	2						2		2	0	2		0	0	0	1
0,6	0	2						2		2	0	2		0	0	0	0
0,3	1	1						0		2	0	0		0	0	0	0
0,3	1	1						0		2	0	0		0	0	0	0
0,3	1	1						0		2	0	0		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,2	0							1		2	0	0		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1								2	0	2		0	0	2	0
0,4	0	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,3	0	1						1		0	2			0	0	0	0
0,4	0	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	2	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,5	1	1						1		2	0	2		0	0	0	0
0,4	1							1		2	0	2		0	0	0	0
0,6	1	2						1		2	0	2		0	0	0	0
0,4	0							1		2	0	2		0	0	0	0







## **Anexo 5**

**Anexo 5 a**  
**Tópicos e assuntos**  
**ordenados por intensidade de presença,**  
**por indicação estimulada**

**Anexo 5 b**  
**Tópicos ordenados pela intensidade**  
**de presença, com indicação estimulada,**  
**por grupo**

## Tópicos e assuntos ordenados por intensidade de presença - Quadro Geral

I - Tópicos		II - Assuntos		Assuntos	
Temperatura	1,6	Temperatura	2,3	Composição de Movimentos	1,1
Termodinâmica	1,4	Medida de temperatura	2,3	Torque	1,1
Introdução	1,3	Geladeira e refrigerador	2,0	Associação de engrenagens	1,1
Cinemática	1,2	Velocidade	2,0	Trabalho e ampliação de força	1,1
Transmissão de calor	1,2	Usos de termômetros na indústria e	2,0	1ª lei de Newton – Inércia	1,1
Dilatação	1,1	Pressão	1,8	Calor específico	1,1
Corrente elétrica nos metais	1,1	Manômetros	1,8	Umidade relativa do ar	1,1
Corrente alternada e contínua	1,1	Transferência e troca de calor	1,8	Aplicação prática da ação térmica da	1,1
Leis de Newton (1a. E 3a.)	1,1	Força	1,7	Lei de Ohm	1,1
Ação térmica da corrente elétric	1,1	Medidas de tempo e distância	1,6	Trabalho realizado pela corrente	1,1
Ferramentas e Mecanismos	1,0	Sistema Intern. de Unidades	1,6	Lâmpadas de descarga	1,1
Hidroestática	1,0	Peso e Massa	1,5	Características da corrente alternada	1,1
2ª lei de Newton	1,0	Mudança de Escala	1,5	Funções	1,0
Transformações gasosas	1,0	Aceleração	1,5	Movimento Retilíneo Unif. Variado	1,0
Movimento curvo e rotações	1,0	Noção e uso do vácuo na indústria	1,5	Ampliação de forças	1,0
Máquinas Térmicas	0,9	Noção de Calor	1,5	Importância da dilatação térmica na	1,0
Capacitores	0,9	Deslocamento	1,4	Princípio de Funcionamento das	1,0
Acústica	0,8	Interpretação de gráficos	1,4	Fontes luminosas	1,0
Mudanças de estado da matéria	0,8	Condução	1,4	Lei de Joule	1,0
Estado líquido	0,8	Capacidade Térmica	1,4	Trabalho e ampliação de velocidade	1,0
Conservação de Energia	0,8	Calor como forma de energia	1,4	Fusão e solidificação	1,0
Estado Sólido	0,7	Condutores e isolantes	1,4	Capacitores	1,0
Estado Gasoso	0,7	Micro informática e computadores	1,4	Robôs industriais	1,0
Corrente eletrôn. semi condut.	0,7	Efeitos das trocas de calor na	1,4	Momento de inércia	1,0
Campo magnético	0,7	Conceito de corrente elétrica	1,4	Trabalho de uma força	1,0
Comportam. ótico dos materiais	0,7	3ª lei de Newton - Ação e Reação	1,3	Pressão de vapor	1,0
Quantidade de movimento	0,6	Massa Específica	1,3	Lei de Joule	1,0
Carga elétrica	0,6	Prensa hidráulica	1,3	Movimento circular uniforme	0,9
Fotometria	0,6	Dilatação de sólidos	1,3	Segunda lei de Newton	0,9
Campo magnético de corrente	0,6	Instrumentos de medidas elétricas	1,3	Pressão atmosférica	0,9
Vetores	0,5	Gráficos	1,3	Altura, intensidade e timbre	0,9
Campo elétrico	0,5	Potência	1,3	Aplicações de células fotoelétricas	0,9
Potencial elétrico	0,5	Pressão de um gás	1,3	Curto-circuito	0,9
Indução eletromagnética	0,5	Influência da pressão na mudança	1,3	Energia interna	0,9
Tecnologia	0,5	Movimento Retilíneo Uniforme	1,3	Dilatação de líquidos	0,9
Ondas eletromagnéticas	0,5	Medida de força	1,3	Transformação isotérmica (a	0,9
Geradores	0,5	Dilatação térmica	1,3	Transformação isobárica (a pressão	0,9
Ppdes Quânticas das Radiações	0,4	Misturas refrigerantes	1,3	Transformação isovolumétrica (a	0,9
Refração da luz	0,4	Funcionamento de motores elétricos	1,3	Convecção	0,9
Radiações e Espectros	0,4	Sólidos, líquidos e gases	1,3	Células fotoelétricas	0,9
Ondulatória	0,3	Viscosidade	1,3	Transistor	0,9
Corrente elétrica nos eletrólitos	0,3	Controle de ruidos	1,3	Vantagem mecânica	0,9
Corrente eléct. gases e vácuo	0,3	Circuitos elétricos simples	1,3	Quantidade de movimento	0,9
Teoria da relatividade	0,3	Associação de resistências (série e	1,3	Características e propriedades dos	0,9
Reflexão da luz	0,3	Construção de gráficos	1,2	Funcionamento do olho humano	0,9
Gravitação Universal	0,2	Força de Atrito	1,2	Geradores de corrente alternada e	0,9
Ppdes Ondulatórias da luz	0,2	Perdas de calor em dutos industriais	1,2	Funcionamento e construção de	0,9
Física Nuclear	0,1	Elasticidade, plasticidades,	1,2	Potências de 10	0,8
		Diferença de potencial	1,2	Deformações em corpos sólidos	0,8
		Resistência elétrica de condutor	1,2	Vibrações mecânicas	0,8
		Ação térmica da corrente elétrica	1,2	Indução elétrica	0,8
		Rotações	1,2	Potência em elemento do circuito	0,8
		Varição da resistência com a	1,2	Magnetismo	0,8
		Ação térmica da corrente elétrica	1,2	Resistência do Ar	0,8
		Transformadores	1,2	Variáveis de estado num gás	0,8
		Vant. Mec. em meios líquidos	1,2	Materiais transparentes,	0,8
		Algarismos significativos	1,1	Intensidade luminosa	0,8
		Irradiação	1,1	Válvulas eletrônicas	0,8
		Vaporização e condensação	1,1	O transformador	0,8
		Potência da corrente elétrica	1,1	Características e propriedades dos	0,8

**Assuntos**

O conceito de campo elétrico	0,8
Eletromagnetismo	0,8
Associação de capacitores	0,8
A energia em um capacitor	0,8
Referencial	0,8
Características e propriedades dos	0,8
Calor libertado na combustão	0,8
Velocidade de propagação do som	0,8
Reflexão, absorção, difração e	0,8
Unidades SI para a eletricidade	0,8
Linha de força do campo magnético	0,8
A lei de Faraday (campo magnético	0,8
Campo eletromagnético	0,8
Radiações infravermelhas, visíveis e	0,8
Fibras óticas	0,8
Natureza do som	0,7
Noção de carga elétrica	0,7
Rigidez dielétrica - Poder das pontas	0,7
Propriedades dos condutores	0,7
Momento angular	0,7
Conservação de energia	0,7
Campo magnético em um solenóide	0,7
Queda Livre	0,7
Equilíbrio de Corpo Rígido	0,7
Trabalho e energia cinética	0,7
Reflexão, refração e absorção	0,7
Fluxo luminoso	0,7
Iluminação (leis e aplicações)	0,7
Fontes sonoras: cordas, placas,	0,7
Portadores de cargas	0,7
Grandezas vetoriais e escalares	0,6
Empuxo	0,6
Impulso	0,6
Transformação adiabática (sem troca	0,6
Ponto de ebulição	0,6
Uso de gases liquefeitos	0,6
Trabalho termodinâmico	0,6
Ressonância mecânica	0,6
Radiação infravermelha	0,6
Lei de Coulomb	0,6
Junções eletrônicas (p-n)	0,6
Força eletromotriz induzida	0,6
Vasos comunicantes	0,6
Capilaridade	0,6
Vapor saturado	0,6
Ciclo de vaporização	0,6
Formas de eletrização	0,6
Diodo semicondutor	0,6
Voltagem nos terminais de um	0,6
Eletroímã	0,6
Fontes alternativas de energia	0,6
Força Centrípeta	0,6
Força eletromotriz	0,6
Ondas eletromagnéticas	0,6
Variação da pressão em função da	0,5
Conservação da Quantidade de	0,5
Lei de Hooke. Módulo de	0,5
Máquinas a vapor	0,5
Comportamento de um condutor	0,5
Diferença de potencial em um campo	0,5

**Assuntos**

Ímãs	0,5
Polos magnéticos de um circuito	0,5
Força de interação entre espiras e	0,5
Energia potencial gravitacional	0,5
Choques elásticos e inelásticos	0,5
Diagramas de estado	0,5
Ponto crítico	0,5
Vapor não saturado	0,5
Natureza da luz	0,5
Interferência luminosa	0,5
Polos magnéticos de um ímã	0,5
Relatividade dos comprimentos e do	0,5
Equilíbrio de Partícula	0,5
Tensão superficial	0,5
Reflexão e leis da reflexão	0,5
Refração da luz	0,5
Instrumentos óticos: máquina	0,5
Características das ondas:	0,5
Eletroscópios	0,5
Semicondutores intrínsecos	0,5
Ação do campo magnético sobre	0,5
Ondas de rádio e microondas	0,5
Princípio das Telecomunicações	0,5
Ultra-som e suas aplicações	0,5
Operações com vetores	0,4
Energia potencial elástica	0,4
Motor a combustão	0,4
Ferro elétrico	0,4
Efeito fotoelétrico	0,4
Sublimação	0,4
Tipos de estruturas cristalinas	0,4
Efeito térmico da luz	0,4
Linhas de campo elétrico	0,4
Pilhas e acumuladores	0,4
Campo magnético em um condutor	0,4
Campo magnético no centro de uma	0,4
Influência do meio no valor do campo	0,4
Propagação do campo	0,4
Propriedades das ondas	0,4
Gravitação Universal	0,4
Modelo cinético molecular	0,4
Transporte de energia através das	0,4
Dispersão da luz	0,4
Radiação ultravioleta	0,4
Princípios da fotocopiadora	0,4
Rede cristalina	0,3
Noção de simultaneidade	0,3
Noção de gás perfeito e gás real	0,3
Aplicações técnicas da eletrólise	0,3
Corrosão eletroquímica	0,3
A lei de Lenz (corrente induzida tem	0,3
Prismas, lâminas de faces paralelas	0,3
Fotômetros	0,3
Movimento harmônico simples	0,3
Ondas no espaço	0,3
Difração	0,3
Interferência	0,3
Condições de interferência	0,3
Espectrômetro (análise espectral)	0,3
Luminescência	0,3

**Assuntos**

Espectro eletromagnético	0,3
Princípio da relatividade na Mecânica	0,3
Teorias ondulatória e corpuscular da	0,3
Espelhos planos	0,3
Espelhos esféricos	0,3
Leis da refração	0,3
Decomposição da luz	0,3
Espectro eletromagnético	0,3
Funcionamento do rádio e da	0,3
Ponto tríplice	0,2
Dissociação eletrolítica	0,2
Eletrólise	0,2
Condutibilidade iônica e eletrônica	0,2
A equação do circuito	0,2
Correntes de Foucault	0,2
Reação em cadeia	0,2
Lentes esféricas	0,2
Construção de imagens em lentes	0,2
Ondas em uma corda	0,2
Pêndulo simples	0,2
Oscilações elásticas	0,2
Efeito químico da luz	0,2
Campo elétrico de cargas pontuais	0,2
Diferença de potencial no campo de	0,2
Raios X e raios gama	0,2
Equação dos espelhos esféricos	0,2
Ondas na superfície de líquido	0,2
Difração da luz	0,2
Determinação das cargas dos íons	0,2
Ionização de gás	0,2
Descarga elétrica no gás à pressão	0,2
Descarga elétrica em gases	0,2
Postulados de Einstein	0,2
Leis de Kepler	0,1
Formação de imagens em espelhos	0,1
Usos da interferência da luz em	0,1
Modelos de estrutura atômica	0,1
Gerador de Van der Graaff	0,1
Corrente elétrica no vácuo	0,1
Radioatividade	0,1
Forças nucleares	0,1
Reprodução do som - Compact Disc	0,1
Sonar	0,1
Movimentos de satélite	0,1
Películas finas	0,1
Rede de difração	0,1
Propriedades ondulatórias e	0,1
Experiência de Rutherford	0,1
Variação da intensidade da corrente	0,1
Emissão radioativa	0,1
O laser e a holografia	0,1
Polarização da luz	0,1
Pressão da luz	0,1
Emissão e absorção de energia	0,1
Teoria da relatividade especial	0,1
Transmutação de elementos	0,1
Composição de núcleos atômicos	0,1
Isótopos	0,1
Aplicações dos radioisótopos	0,1
Reatores nucleares de fusão e fissão	0,1
Funcionamento do radar	0,1

## Tópicos ordenados pela intensidade de presença com indicação estimulada, por grupo

Or dem	Supervisores		Eng.Processo e Produto		Técnicos		Manutenção		Operadores	
	Tópico	In-tens								
1	Corrente altern e contin - 13	2.4	Termodinâmica - 2	2.7	Introdução - 3	1.6	Capacitores - 20	2.2	Temperatura - 1	1.3
2	Transmissão de calor - 4	2.2	Introdução - 3	2.6	Temperatura - 1	1.4	Corrente altern.e contin.- 13	2.1	Cinemática - 12	1.2
3	Termodinâmica - 2	2.2	Leis Newton (1a. e 3a.) - 7	2.6	Termodinâmica - 2	1.3	Corrente elét.nos metais - 5	2.0	Termodinâmica - 2	0.9
4	Ferram. e Mecanismos - 14	2.0	Transmissão de calor - 4	2.5	Hidrostática - 9	1.2	Ação térm. corrente elét. - 8	1.9	Acústica	0.8
5	Introdução - 3	2.0	Temperatura - 1	2.5	Mov.Curvo e Rotações - 10	1.2	Temperatura - 1	1.6	Leis Newton (1a. e 3a.) - 7	0.8
6	Ação térm. corrente elét. - 8	1.9	Conserv. de Energia - 18	2.4	Estado Líquido - 17	1.1	Corrente eletrônica nos semi	1.6	2ª lei de Newton - 16	0.8
7	Temperatura - 1	1.9	Dilatação - 6	2.4	Leis Newton (1a. e 3a.) - 7	1.1	Campo magnético	1.5	Dilatação - 6	0.8
8	Corrente elét.nos metais - 5	1.8	Estado Gasoso	2.1	Cinemática - 12	1.1	Termodinâmica - 2	1.4	Ferram. e Mecanismos - 14	0.7
9	Estado Líquido - 17	1.8	Corrente elét.nos metais - 5	2.0	Dilatação - 6	1.0	Introdução - 3	1.4	Transform. Gasosas - 11	0.6
10	Hidrostática - 9	1.7	Máquinas Térmicas - 15	2.0	Transmissão de calor - 4	1.0	Campo magnético de corrente	1.4	Introdução - 3	0.6
11	Corrente eletrônica nos semi	1.6	Hidrostática - 9	1.9	2ª lei de Newton - 16	1.0	Dilatação - 6	1.3	Hidrostática - 9	0.6
12	Máquinas Térmicas - 15	1.6	Ação térm. corrente elét. - 8	1.9	Transform. Gasosas - 11	0.9	Transmissão de calor - 4	1.3	Corrente altern.e contin.- 13	0.6
13	Mov.Curvo e Rotações - 10	1.6	Transform. Gasosas - 11	1.8	Corrente elétrica nos eletrólitos	0.8	Máquinas Térmicas - 15	1.3	Quantidade de Movimento	0.6
14	Capacitores - 20	1.6	Mud.estados da matéria - 19	1.8	Propriedades Quânticas das	0.8	Mov.Curvo e Rotações - 10	1.2	Comportamento Ótico dos	0.5
15	Mud.estados da matéria - 19	1.6	Estado Sólido	1.8	Campo magnético	0.6	Ferram. e Mecanismos - 14	1.2	Mov.Curvo e Rotações - 10	0.5
16	Transform. Gasosas - 11	1.5	Acústica	1.8	Corrente elét.nos metais - 5	0.6	Indução eletromagnética	1.2	Transmissão de calor - 4	0.5
17	2ª lei de Newton - 16	1.5	2ª lei de Newton - 16	1.7	Potencial elétrico	0.6	Transform. Gasosas - 11	1.1	Máquinas Térmicas - 15	0.5
18	Leis Newton (1a. e 3a.) - 7	1.5	Ferram. e Mecanismos - 14	1.6	Máquinas Térmicas - 15	0.5	Potencial elétrico	1.1	Corrente elét.nos metais - 5	0.5
19	Estado Sólido	1.5	Comportamento Ótico dos	1.5	Conserv. de Energia - 18	0.5	Cinemática - 12	1.1	Mud.estados da matéria - 19	0.5
20	Cinemática - 12	1.4	Vetores	1.5	Mud.estados da matéria - 19	0.5	Carça elétrica	1.0	Ação térm. corrente elét. - 8	0.4
21	Dilatação - 6	1.4	Mov.Curvo e Rotações - 10	1.5	Campo elétrico	0.5	Geradores	1.0	Conserv. de Energia - 18	0.4
22	Carça elétrica	1.4	Estado Líquido - 17	1.5	Estado Sólido	0.4	Ondas eletromagnéticas	0.9	Vetores	0.4
23	Campo magnético	1.4	Fotometria	1.2	Ferram. e Mecanismos - 14	0.4	Hidrostática - 9	0.9	Carça elétrica	0.3
24	Campo magnético de corrente	1.3	Cinemática - 12	1.2	Estado Gasoso	0.4	2ª lei de Newton - 16	0.8	Campo elétrico	0.3
25	Indução eletromagnética	1.2	Radiacões e Espectros	1.1	Fotometria	0.4	Quantidade de Movimento	0.8	Estado Gasoso	0.3
26	Fotometria	1.2	Refração da luz	0.8	Acústica	0.4	Fotometria	0.8	Tecnologia	0.3
27	Campo elétrico	1.2	Propriedades Quânticas das	0.8	Radiacões e Espectros	0.4	Mud.estados da matéria - 19	0.7	Refração da luz	0.3
28	Estado Gasoso	1.1	Tecnologia	0.7	Acção térm. corrente elét. - 8	0.3	Estado Sólido	0.7	Fotometria	0.3
29	Conserv. de Energia - 18	1.1	Quantidade de Movimento	0.7	Teoria da relatividade	0.3	Estado Gasoso	0.7	Estado Sólido	0.3
30	Acústica	1.1	Reflexão da luz	0.7	Gravitação Universal	0.3	Leis Newton (1a. e 3a.) - 7	0.6	Capacitores - 20	0.3
31	Ondas eletromagnéticas	1.1	Potencial elétrico	0.7	Quantidade de Movimento	0.3	Conserv. de Energia - 18	0.6	Corrente eletrônica nos semi	0.2
32	Tecnologia	1.1	Campo elétrico	0.7	Comportamento Ótico dos	0.3	Estado Líquido - 17	0.6	Estado Líquido - 17	0.2
33	Quantidade de Movimento	1.0	Corrente altern.e contin.- 13	0.7	Corrente altern.e contin.- 13	0.3	Corrente elétrica nos gases e no	0.6	Geradores	0.2
34	Comportamento Ótico dos	1.0	Capacitores - 20	0.7	Tecnologia	0.2	Acústica	0.5	Indução eletromagnética	0.2
35	Corrente elétrica nos gases e no	0.9	Ondulatória	0.6	Campo magnético de corrente	0.2	Tecnologia	0.5	Ondulatória	0.2
36	Geradores	0.9	Carça elétrica	0.6	Ondas eletromagnéticas	0.2	Comportamento Ótico dos	0.5	Ondas eletromagnéticas	0.1
37	Vetores	0.9	Ondas eletromagnéticas	0.4	Carça elétrica	0.2	Radiacões e Espectros	0.5	Propriedades Ondulatórias da luz	0.1
38	Ondulatória	0.9	Gravitação Universal	0.3	Indução eletromagnética	0.1	Teoria da relatividade	0.5	Campo magnético de corrente	0.1
39	Potencial elétrico	0.9	Corrente elétrica nos eletrólitos	0.3	Capacitores - 20	0.1	Propriedades Quânticas das	0.5	Campo magnético	0.1
40	Propriedades Quânticas das	0.9	Geradores	0.3	Reflexão da luz	0.1	Vetores	0.4	Corrente elétrica nos gases e no	0.1
41	Reflexão da luz	0.8	Campo magnético	0.3	Ondulatória	0.0	Ondulatória	0.4	Gravitação Universal	0.1
42	Refração da luz	0.8	Campo magnético de corrente	0.3	Refração da luz	0.0	Campo elétrico	0.4	Propriedades Quânticas das	0.1
43	Radiacões e Espectros	0.8	Propriedades Ondulatórias da luz	0.1	Corrente elétrica nos gases e no	0.0	Refração da luz	0.4	Potencial elétrico	0.1
44	Teoria da relatividade	0.8	Corrente elétrica nos gases e no	0.1	Vetores	0.0	Propriedades Ondulatórias da luz	0.2	Corrente elétrica nos eletrólitos	0.1
45	Gravitação Universal	0.6	Indução eletromagnética	0.0	Propriedades Ondulatórias da luz	0.0	Reflexão da luz	0.1	Reflexão da luz	0.1
46	Corrente elétrica nos eletrólitos	0.6	Física nuclear	0.0	Corrente eletrônica nos semi	0.0	Corrente elétrica nos eletrólitos	0.1	Radiacões e Espectros	0.1
47	Propriedades Ondulatórias da luz	0.5	Corrente eletrônica nos semi	0.0	Geradores	0.0	Gravitação Universal	0.1	Teoria da relatividade	0.1
48	Física nuclear	0.5	Teoria da relatividade	0.0	Física nuclear	0.0	Física nuclear	0.0	Física nuclear	0.0

Intens.: Valor médio da intensidade de presença indicada.

Cores: Facilitadoras da comparação das posições relativas, em cada grupo, dos mesmos conteúdos.

Número: Indicativo da posição relativa do conteúdo, considerando-se todos os grupos.

## **Anexo 6**

### **Documentos gerais**

#### **Anexo 6 a**

**Carta de solicitação de autorização de pesquisa,  
junto à Empresa**

#### **Anexo 6 b**

**Proposta de encaminhamento de pesquisa**

#### **Anexo 6 c**

Modelo de carta de apresentação da pesquisa aos participantes

#### **Anexo 6 d**

Documento de controle de procedimentos

Curitiba, 02 de dezembro de 1997

Ao Sr.

-----

Supervisor da ----- do Brasil S.A.

Prezado Senhor:

Venho por meio deste solicitar de V.Sa. sua autorização para poder desenvolver, junto a esta empresa, parte de meu projeto de pesquisa intitulado "Física escolar, ciência e novas tecnologias de produção: o desafio da aproximação".

Tal solicitação se justifica pelo fato de que essa pesquisa subsidiará minha tese de doutorado junto ao curso ora em andamento junto à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob orientação da prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Sylvia Vidigal Moraes, assim como contribuirá com as investigações do Núcleo de Estudos sobre Reestruturação Produtiva e Educação do Trabalhador da Universidade Federal do Paraná, do qual participo.

Considerando o objetivo acadêmico do projeto proposto, desde já declaro o meu compromisso de garantir, no relatório decorrente da investigação, a não identificação da empresa nem das pessoas que eventualmente venham a contribuir com a pesquisa. Comprometo-me também, assim que concluído o relatório referente à pesquisa, remeter cópia do mesmo para conhecimento da empresa.

Atenciosamente,

prof. Nilson M. D. Garcia

Nilson Marcos Dias Garcia  
Rua José de Mello Braga Jr, 675  
CEP 81540-280 - Jardim das Américas  
tel/fax.: 366-1937

Anexos:

- declaração da Universidade de São Paulo
- projeto de pesquisa

## **FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO: o desafio da aproximação**

### **Proposta de pesquisa junto à Empresa**

- 1 **Contato inicial**  
Manter contato com a empresa. Em geral, via órgãos de recrutamento.
- 2 **A empresa**  
Inteirar-se das características da empresa a ser investigada
  - estrutura administrativa
  - estrutura de produção
  - equipamentos de produção
  - produtos no mercado nacional e internacional
- 3 **Recursos humanos**  
Entrevistas com responsáveis pelo serviço de Recrutamento de Pessoas (Recursos Humanos ou equivalente)
  - critérios e exigências de contratação
  - exigências de escolaridade e de comportamento para a contratação
  - exigências de conhecimentos escolares
- 4 **A produção**  
Visita, acompanhado por alguém ligado à produção, às instalações de produção da empresa para observar:
  - tecnologia dos equipamentos
  - exigências de operação
  - conhecimentos escolares de física requeridos
  - conhecimentos escolares de física necessários e visíveis
  - qualificação para operar a máquina
  - quantos trabalham na máquina
  - tipos de formas de produção (ilha, linha, célula, JIT, KB)
- 5 **Trabalhadores de nível médio e superior**  
Identificar pessoas que desempenham função de nível técnico e superior e estejam envolvidas no processo de produção, quer por operação de máquina, quer por gerência de processo.
  - a) Conversar com eles a respeito do questionário de identificação de conhecimentos escolares de física que estejam sendo utilizados no processo de produção
  - b) Deixar o questionário com a pessoa selecionada
  - c) Marcar entrevista para discutir o resultado do preenchimento do questionário.
  - d) Realizar a entrevista

Curitiba, 03 de junho de 1998  
Nilson Marcos Dias Garcia  
tel. 366 1937 (res) 322 4544 R. 696 (com)

## PESQUISA

### FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO: o desafio da aproximação

Curitiba, 19 de outubro de 1998

Caro Senhor  
-----

Antes de mais nada, obrigado pela sua colaboração.

O presente trabalho, para o qual solicito sua contribuição, faz parte do projeto de tese do curso de doutorado que estou realizando junto à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob orientação da prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Sylvia Vidigal Moraes.

Tal projeto visa identificar, junto a profissionais com escolarização de segundo e/ou terceiro grau, que trabalhem em indústrias do setor eletromecânico, quais são os conhecimentos escolares de Física ainda presentes e utilizados direta ou indiretamente no exercício de suas funções profissionais.

Sua participação se dará em dois momentos:

1. por meio da resposta a um questionário no qual procurar-se-á identificar os conhecimentos escolares de Física presentes na sua função na indústria, e
2. por meio de uma entrevista que colherá suas opiniões a respeito da Física que é ensinada nas escolas e sobre as relações entre as novas tecnologias de produção e o ensino de Física.

Considerando a importância de sua contribuição, comprometo-me a resguardar o necessário anonimato sobre todos os dados, informações e opiniões aos quais tiver acesso, não permitindo que sejam identificadas as pessoas que participaram da investigação.

Certo de poder contar com sua colaboração, coloco-me à disposição para os esclarecimentos que se fizerem necessários para a execução do projeto.

Atenciosamente,

Nilson M. D. Garcia

Nilson Marcos Dias Garcia  
Tel. Res. 366 1937  
Tel. Com. 322 4544 R. 696  
E-mail: ngarcia@cg.cepro.cefetpr.br



## **Anexo 7**

### **Modelos de Instrumentos**

#### **Anexo 7 a**

##### **Questionário**

#### **Anexo 7 b**

##### **Roteiro de Entrevista com o Setor de Recrutamento de Pessoas**

#### **Anexo 7 c**

##### **Roteiro de Entrevista com os Funcionários da Produção**

**Anexo 7 a**

**MODELO DE QUESTIONÁRIO  
RESPONDIDO PELOS PARTICIPANTES**

## PESQUISA

### FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO: o desafio da aproximação

#### Objetivo

Identificar, junto a profissionais de nível técnico e superior que trabalham junto à linha de produção, que conhecimentos de Física escolar são utilizados no exercício de sua função, assim como, no entendimento deles, qual o papel desempenhado pela Física escolar na sua formação profissional.

data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### Identificação:

Nome: \_\_\_\_\_ idade \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_ Contratado há \_\_\_\_\_ anos

Setor de trabalho: \_\_\_\_\_ há \_\_\_\_\_ anos

Função/cargo: \_\_\_\_\_

Formação profissional: \_\_\_\_\_

#### Escolarização

2º Grau:

( ) completo

( ) incompleto – série em que se encontra: \_\_\_\_\_

Escola em que estudou(a): \_\_\_\_\_

Curso realizado:

( ) propedêutico, de formação geral

( ) técnico em \_\_\_\_\_ ( ) supletivo

Ano de conclusão: \_\_\_\_\_

3º Grau:

( ) completo

( ) incompleto – série em que se encontra: \_\_\_\_\_

Escola em que estudou(a): \_\_\_\_\_

Curso realizado: \_\_\_\_\_

Ano de conclusão: \_\_\_\_\_

No caso de haver alguma dúvida, procure-me.

Nilson M. D. Garcia

Tel. 366-1937 (res.)

322-4544 R. 696 (com.)

E-mail: ngarcia@cg.cepro.cefetpr.br

## **PESQUISA**

### **FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO: o desafio da aproximação**

- 1      Descreva, sucintamente, as atividades que você exerce na sua função.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 2      Anote abaixo os conteúdos da Física aprendida na escola dos quais você consegue se lembrar pela sua utilização no exercício de suas atividades.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Facilitando a memória: a lista a seguir reflete os tópicos e assuntos de Física normalmente desenvolvido no segundo grau (atual ensino médio) de nossas escolas. Ela foi elaborada a partir de índices de livros didáticos de Física. Nesta lista, solicita-se que:

- Tendo como referência a sua experiência e vivência, sejam identificados os assuntos vistos em sala de aula que você reconhece estarem presentes em suas atividades profissionais (coluna **presente**);
- Seja indicada a intensidade de participação desses assuntos nas suas atividades profissionais (coluna **intensidade**);
- Seja indicado se, para o seu exercício profissional, o assunto em questão, mesmo que não esteja atualmente presente, teria alguma utilidade para a sua formação como trabalhador (coluna **seria útil saber?**)

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Introdução</b>	Algarismos significativos								
	Potências de 10								
	Funções								
	Gráficos								
	Mudança de Escala								
	Construção de gráficos								
	Interpretação de gráficos								
	Medidas de tempo e distância								
	Sistema Internacional de Unidades								
<b>Cinemática</b>	Referencial								
	Deslocamento								
	Velocidade								
	Aceleração								
	Movimento Retilíneo Uniforme								
	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado								
	Queda Livre								
<b>Vetores</b>	Composição de Movimentos								
	Grandezas vetoriais e escalares								
	Operações com vetores								
<b>Movimento Curvo e Rotações</b>	Movimento circular uniforme								
	Rotações								
<b>Movimento Curvo e Rotações</b>	Momento angular								
	Momento de inércia								
	Torque								
	Associação de engrenagens								
<b>Ferramentas e Mecanismos</b>	Ampliação de forças								
	Vantagem mecânica								
<b>Ferramentas e Mecanismos</b>	Trabalho e ampliação de força								
	Trabalho e ampliação de velocidade								
	Vantagem mecânica em meios líquidos (prensas, macacos, etc..)								

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Leis de Newton (1ª e 3ª)</b>	Força								
	Medida de força								
	1ª lei de Newton – Inércia								
	3ª lei de Newton - Ação e Reação								
	Equilíbrio de Partícula								
	Equilíbrio de Corpo Rígido								
<b>2ª lei de Newton</b>	Segunda lei de Newton								
	Peso e Massa								
	Força de Atrito								
	Resistência do Ar								
	Força Centrípeta								
<b>Gravitação Universal</b>	Leis de Kepler								
	Gravitação Universal								
	Movimentos de satélite								
<b>Hidrostática</b>	Pressão								
	Massa Específica								
	Pressão atmosférica								
	Variação da pressão em função da profundidade em um líquido								
	Vasos comunicantes								
	Prensa hidráulica								
	Empuxo								
<b>Conservação de Energia</b>	Trabalho de uma força								
	Potência								
	Trabalho e energia cinética								
	Energia potencial gravitacional								
	Energia potencial elástica								
	Conservação de energia								
<b>Quantidade de movimento</b>	Impulso								
	Quantidade de movimento								
	Choques elásticos e inelásticos								
	Conservação da Quantidade de Movimento								
<b>Temperatura</b>	Modelo cinético molecular								
	Energia interna								
	Temperatura								
	Medida de temperatura								
	Usos de termômetros na indústria e na técnica								
<b>Dilatação</b>	Dilatação térmica								
	Dilatação de sólidos								
	Dilatação de líquidos								
	Importância da dilatação térmica na natureza e na indústria								

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Transformações Gasosas</b>	Noção de gás perfeito e gás real								
	Variáveis de estado num gás perfeito: pressão, volume e temperatura								
	Pressão de um gás								
	Manômetros								
	Noção e uso do vácuo na indústria								
	Transformação isotérmica (a temperatura constante)								
	Transformação isobárica (a pressão constante)								
	Transformação isovolumétrica (a volume constante)								
	Transformação adiabática (sem troca de calor com o meio)								
<b>Transmissão de calor</b>	Condução								
	Convecção								
	Irradiação								
	Perdas de calor em dutos industriais								
<b>Termo dinâmica</b>	Noção de Calor								
	Transferência e troca de calor								
	Capacidade Térmica								
	Calor específico								
	Efeitos das trocas de calor na natureza e na indústria								
<b>Mudanças de estados da matéria</b>	Sólidos, líquidos e gases								
	Fusão e solidificação								
	Vaporização e condensação								
	Influência da pressão na mudança de estado								
	Sublimação								
	Diagramas de estado								
	Pressão de vapor								
	Ponto crítico								
	Ponto tríplice								
<b>Estado Sólido</b>	Características e propriedades dos sólidos								
	Rede cristalina								
	Tipos de estruturas cristalinas								
	Deformações em corpos sólidos								
	Elasticidade, plasticidades, fragilidade, dureza								
	Lei de Hooke. Módulo de elasticidade								
<b>Estado Líquido</b>	Características e propriedades dos líquidos								
	Tensão superficial								
	Capilaridade								
	Viscosidade								

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Estado Gasoso</b>	Características e propriedades dos gases e vapores								
	Vapor saturado								
	Vapor não saturado								
	Ponto de ebulição								
	Uso de gases liquefeitos								
	Ciclo de vaporização								
	Umidade relativa do ar								
<b>Máquinas Térmicas</b>	Calor como forma de energia								
	Princípio de Funcionamento das Máquinas Térmicas								
	Trabalho termodinâmico								
	Máquinas a vapor								
	Calor libertado na combustão								
	Motor a combustão								
	Ferro elétrico								
	Geladeira e refrigerador								
<b>Comportamento Ótico dos materiais</b>	Misturas refrigerantes								
	Natureza da luz								
	Teorias ondulatória e corpuscular da luz								
	Materiais transparentes, translúcidos e opacos								
<b>Reflexão da luz</b>	Fontes luminosas								
	Reflexão, refração e absorção								
	Reflexão e leis da reflexão								
	Espelhos planos								
	Espelhos esféricos								
<b>Refração da luz</b>	Formação de imagens em espelhos								
	Equação dos espelhos esféricos								
	Refração da luz								
	Leis da refração								
	Lentes esféricas								
	Construção de imagens em lentes								
	Prismas, lâminas de faces paralelas								
<b>Fotometria</b>	Instrumentos óticos: máquina fotográfica, microscópio, lunetas, projetor, lupa, binóculo								
	Funcionamento do olho humano								
	Fluxo luminoso								
	Intensidade luminosa								
	Iluminação (leis e aplicações)								
	Fotômetros								

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Ondulatória</b>	Movimento harmônico simples								
	Características das ondas: comprimento de onda, frequência, amplitude								
	Transporte de energia através das ondas								
	Ondas em uma corda								
	Ondas na superfície de líquido								
	Ondas no espaço								
	Difração								
	Interferência								
	Pêndulo simples								
	Oscilações elásticas								
	Vibrações mecânicas								
	Ressonância mecânica								
<b>Acústica</b>	Natureza do som								
	Velocidade de propagação do som								
	Altura, intensidade e timbre								
	Fontes sonoras: cordas, placas, colunas de ar								
	Reflexão, absorção, difração e interferência do som								
	Controle de ruídos								
<b>Propriedades Ondulatórias da luz</b>	Interferência luminosa								
	Condições de interferência								
<b>Radiações e Espectros</b>	Películas finas								
	Usos da interferência da luz em medidas								
	Difração da luz								
	Rede de difração								
	Polarização da luz								
<b>Propriedades Quânticas Das Radiações</b>	Dispersão da luz								
	Decomposição da luz								
	Radiação ultravioleta								
	Radiação infravermelha								
<b>Propriedades Quânticas Das Radiações</b>	Espectrômetro (análise espectral)								
	Propriedades ondulatórias e quânticas da luz								
	Pressão da luz								
	Efeito térmico da luz								
	Efeito químico da luz								
	Efeito fotoelétrico								
	Células fotoelétricas								
Aplicações de células fotoelétricas									
Luminescência									

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Carga elétrica</b>	Modelos de estrutura atômica								
	Experiência de Rutherford								
	Noção de carga elétrica								
	Formas de eletrização								
	Condutores e isolantes								
	Indução elétrica								
	Eletroscópios								
	Lei de Coulomb								
	Unidades SI para a eletricidade								
<b>Campo elétrico</b>	O conceito de campo elétrico								
	Campo elétrico de cargas pontuais								
	Linhas de campo elétrico								
	Comportamento de um condutor eletrizado								
	Rigidez dielétrica - Poder das pontas								
<b>Potencial elétrico</b>	Diferença de potencial								
	Diferença de potencial em um campo uniforme								
	Diferença de potencial no campo de uma carga puntual								
	Gerador de Van der Graaff								
<b>Corrente elétrica nos metais</b>	Portadores de cargas								
	Conceito de corrente elétrica								
	Circuitos elétricos simples								
	Resistência elétrica de condutor								
	Lei de Ohm								
	Associação de resistências (série e paralelo) e resistência equivalente								
	Instrumentos de medidas elétricas								
	Potência em elemento do circuito								
	Variação da resistência com a temperatura e com o material								
	Ação térmica da corrente elétrica								
	Lei de Joule								
<b>Ação térmica da corrente elétrica</b>	Trabalho realizado pela corrente elétrica								
	Potência da corrente elétrica								
	Ação térmica da corrente elétrica								
	Lei de Joule								
	Curto-circuito								
	Aplicação prática da ação térmica da corrente elétrica								
<b>Corrente elétrica nos eletrólitos</b>	Dissociação eletrolítica								
	Eletrólise								
	Determinação das cargas dos íons na eletrólise								
	Aplicações técnicas da eletrólise (zincagem, cromagem, galvanoplastia)								
	Pilhas e acumuladores								
	Corrosão eletroquímica								

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Corrente elétrica nos gases e no vácuo</b>	Ionização de gás								
	Condutibilidade iônica e eletrônica								
	Variação da intensidade da corrente elétrica no gás com a tensão								
	Descarga elétrica no gás à pressão atmosférica								
	Descarga elétrica em gases rarefeitos								
	Lâmpadas de descarga (fluorescentes, lâmpadas de vapor de mercúrio, de sódio)								
	Emissão e absorção de energia pelos átomos								
	Corrente elétrica no vácuo								
<b>Corrente eletrônica nos semi condutores</b>	Válvulas eletrônicas								
	Propriedades dos condutores dielétricos e semicondutores								
	Semicondutores intrínsecos								
	Junções eletrônicas (p-n)								
<b>Geradores</b>	Diodo semicondutor								
	Transistor								
<b>Corrente alternada e contínua</b>	Características da corrente alternada e contínua								
	Geradores de corrente alternada e contínua								
	Transformadores								
<b>Geradores</b>	Funcionamento de motores elétricos de corrente alternada e contínua								
	Força eletromotriz								
	A equação do circuito								
<b>Campo magnético</b>	Voltagem nos terminais de um gerador								
	Magnetismo								
	Ímãs								
	Linha de força do campo magnético								
<b>Campo magnético de corrente</b>	Polos magnéticos de um ímã								
	Polos magnéticos de um circuito elétrico								
	Ação do campo magnético sobre condutores								
	Eletromagnetismo								
	Eletroímã								
	Funcionamento e construção de voltímetros e amperímetros								
	Força de interação entre espiras e fios								
	Campo magnético em um condutor retilíneo								
	Campo magnético no centro de uma espira circular								
	Campo magnético em um solenóide								
Influência do meio no valor do campo magnético									

Tópico	Assunto	Presente			Intensidade			Seria útil saber?	
		Sim	Não	Não sei	Pouca	Média	Grande	Sim	Não
<b>Indução eletromagnética</b>	Força eletromotriz induzida								
	A lei de Faraday (campo magnético em movimento gera corrente elétrica)								
	A lei de Lenz (corrente induzida tem sentido contrário à indutora)								
	O transformador								
	Correntes de Foucault								
	Ondas eletromagnéticas								
	Espectro eletromagnético								
<b>Ondas eletromagnéticas</b>	Campo eletromagnético								
	Propagação do campo eletromagnético								
	Propriedades das ondas eletromagnéticas								
	Espectro eletromagnético								
	Ondas de rádio e microondas								
	Radiações infravermelhas, visíveis e ultravioleta								
	Raios X e raios gama								
<b>Capacitores</b>	Capacitores								
	Associação de capacitores								
	A energia em um capacitor								
<b>Teoria da relatividade</b>	Princípio da relatividade na Mecânica Clássica								
	Teoria da relatividade especial								
	Postulados de Einstein								
	Noção de simultaneidade								
	Relatividade dos comprimentos e do tempo								
<b>Física nuclear</b>	Radioatividade								
	Transmutação de elementos químicos								
	Emissão radioativa								
	Composição de núcleos atômicos								
	Isótopos								
	Aplicações dos radioisótopos								
	Forças nucleares								
	Reação em cadeia								
	Reatores nucleares de fusão e fissão								
<b>Tecnologia</b>	Funcionamento do radar								
	Princípio das Telecomunicações								
	Funcionamento do rádio e da televisão								
	Reprodução do som - Compact Disc								
	Ultra-som e suas aplicações								
	O laser e a holografia								
	Princípios da fotocopiadora								
	Micro informática e computadores								
	Robôs industriais								
	Sonar								
	Fontes alternativas de energia								
	Fibras óticas								



## **Anexo 7 b**

### **ROTEIRO DA ENTREVISTA JUNTO AO SETOR DE RECRUTAMENTO DE PESSOAS DA EMPRESA**

## PESQUISA

### FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO o desafio da aproximação

#### Objetivo

Identificar, junto aos responsáveis pelo Serviço de Recrutamento ou de Recursos Humanos da Empresa, os requisitos de ordem comportamental e de conhecimento de Física solicitados para as funções que exigem escolaridade em nível médio (técnico) ou superior.

#### Identificação

data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ idade \_\_\_\_\_

Trabalha no setor de \_\_\_\_\_ há \_\_\_\_\_ anos

Empresa: \_\_\_\_\_

formação profissional: \_\_\_\_\_

Escola onde estudou: \_\_\_\_\_

1. Que funções a serem desempenhadas nesta empresa exigem escolaridade de nível médio (técnico) ou superior?

---

---

---

2. Quem define essa exigência? Há normas? Em outras fábricas de mesma natureza (ou da mesma empresa) as exigências são as mesmas?

---

---

---

3. A exigência de escolaridade tem crescido/mantido/diminuído? Por quê?

---

---

---

4. Que fatores podem ter influenciado a alteração/manutenção da exigência de escolaridade?

---

---

---

5. Como é estabelecido o nível de escolaridade? Que setor o estabelece? Ele é seguido rigorosamente?

---

---

---

6. A quem se dá preferência na seleção: a um técnico (ou engenheiro) com sólida especialização num determinado assunto ou a um técnico (ou engenheiro) que tenha um conhecimento sólido mas mais geral? Como se detecta essa diferença?

---

---

---

7. A função a ser desempenhada pelo selecionado exige, de fato, essa escolarização? É possível identificar algumas dessas funções?

---

---

---

8. Que conhecimentos de Física escolar são necessários/exigidos para o desempenho de algumas funções? É possível identificá-los?

---

---

---

9. Quais as funções que exigem esses conhecimentos de Física?

---

---

---



**Anexo 7 c**

**ROTEIROS DE ENTREVISTAS REALIZADAS  
COM OS FUNCIONÁRIOS DA PRODUÇÃO**

## PESQUISA

### FÍSICA ESCOLAR, CIÊNCIA E NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO: o desafio da aproximação

#### Objetivo

Identificar, junto a profissionais de nível técnico e superior que trabalham junto à linha de produção, que conhecimentos de Física escolar são utilizados no exercício de sua função, qual o papel desempenhado pela Física escolar na sua formação profissional e que sugestões os mesmos dariam para o ensino de Física.

#### ENTREVISTA

data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### Identificação:

Nome: \_\_\_\_\_ idade \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_ Contratado há \_\_\_\_\_ anos

Setor de trabalho: \_\_\_\_\_ há \_\_\_\_\_ anos

Escolarização: \_\_\_\_\_

## Roteiro da entrevista

- 1 Você se lembra das razões que te levaram a escolher o estudo que você fez? (segundo e/ou terceiro graus)

---

---

---

- 2 Que lembranças você tem das suas aulas de Física? (conteúdos - formas de abordagem - teve laboratório - papel e importância do laboratório - porque é valorizado o laboratório - distinção entre conhecimento básico e aplicado)

---

---

---

- 3 Que tipo de máquina você opera? Que tipo de serviço você faz? Descreva suas atividades. Fale um pouco do teu serviço.

---

---

---

- 4 Você percebe/entende a Física presente nas máquinas que você opera/ no processo produtivo desta empresa? A Física que você aprendeu na escola te ajudou / tem te ajudado a entender os processos industriais com os quais você trabalha?

---

---

---

- 5 Nesta fábrica há setores que têm equipamentos que utilizam alta tecnologia no seu funcionamento. Você os conhece? Opera algum deles? O que é exigido para operá-los? Entende seu funcionamento? Que conhecimentos de Física você acha necessários para operá-los?

---

---

---

6 Foi solicitado algum conhecimento específico de Física para o seu ingresso nesta empresa? (acha necessário - qual conhecimento - indicações para futuras contratações) Para começar a trabalhar você fez algum treinamento? Havia conteúdo de Física nele?

---

---

---

7 Nos cursos de requalificação profissional são sugeridos conteúdos de Física? Quem e como é selecionado o conteúdo? Do setor no qual você trabalha, o que você sugeriria? Os treinamentos são teóricos ou práticos? Você já fez algum? Sobre o quê?

---

---

---

8 O que você acha da Física ensinada na escola? Com relação à futura vida profissional dos alunos? Deu respostas às tuas necessidades profissionais? Que sugestões você daria para a organização de um programa de Física? (forma de abordagem - conteúdos)

---

---

---

9 A respeito do questionário: que critério você usou para indicar os assuntos que seriam interessantes de serem estudados?

---

---

---

Observações

---

---

---

---

---

---

---

## **Anexo 8**

### **Índices de livros didáticos de Física**

---



# Física 1

mecânica

GRAF



*Equipe de Realização: EDUSP*

Composição: Lourdes Guacira da Silva  
Abenice Wenzel de Paula  
Maria Cristina Rodrigues da Cunha  
Mirian Senra

Desenhos: Adriana Ap. Garcia  
Adriano Massambari

Capa: Marina Mayumi Watanabe  
Marina Mayumi Watanabe



edusp



**SUMÁRIO**

APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA .....	15
MECÂNICA – ABERTURA E PLANO DE CURSO .....	19
<b>PARTE 1 – MOVIMENTO: CONSERVAÇÃO E VARIAÇÃO .....</b>	<b>27</b>
1.1 A Seqüência .....	27
1.2 Investigando Invariantes nas Translações .....	28
1.2.1 “Algo” que se conserva constante nos movimentos .....	28
1.2.2 O caráter vetorial e a expressão matemática da quantidade de movimento e de sua conservação .....	33
1.2.3 Variação da quantidade de movimento de partes do sistema .....	38
1.2.4 Síntese e leis de Newton .....	43
1.2.5 As leis de Newton em algumas situações cotidianas .....	46
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	51
<i>Atividade 1: “Brincando” com Carrinhos e Bolinhas de Gude</i> .....	61
<i>Atividade 2: Sistema de Freios</i> .....	65
1.3 Investigando Invariantes nas Rotações .....	68
1.3.1 A origem das rotações .....	68
1.3.2 A quantidade de movimento angular .....	71
1.3.3 A inércia na rotação .....	72

1.3.4 A velocidade nas rotações .....	75
1.3.5 A expressão matemática da quantidade de movimento angular .....	78
1.3.6 O momento angular nas interações .....	79
1.3.7 Variação da quantidade de movimento angular. O torque .....	80
1.3.8 A relação entre torque e aceleração angular .....	85
1.3.9 As leis do movimento de rotação .....	88
1.3.10 As leis da rotação e algumas situações do cotidiano .....	90
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	96
<i>Atividade 3: Rotações</i> .....	104
1.4 A Energia e sua Lei de Conservação .....	107
1.4.1 Transformações e transferências de energia .....	107
1.4.2 Força e variação de energia .....	112
1.4.3 Medida da variação da energia .....	113
1.4.4 Medida da potência .....	116
1.4.5 Cálculo da energia potencial .....	117
1.4.6 Cálculo da energia cinética .....	121
1.4.7 Energia mecânica e seu cálculo .....	122
1.4.8 Energia cinética de um objeto que gira e translada .....	124
1.4.9 Torque e variação da energia cinética .....	127
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	130
<i>Atividade 4: "Energia" em Brinquedos</i> .....	140
PARTE 2 – CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO .....	145
2.1 Balanças .....	147
2.1.1 Plásticos e elásticos .....	153
2.2 Massa e Peso .....	153
2.3 Campo Gravitacional .....	155
2.4 Massa Inercial e Massa Gravitacional .....	155
2.5 Medida do Campo Gravitacional .....	156
2.6 Expressão Universal do Campo Gravitacional .....	158
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	159
<i>Atividade 5: Equilíbrio</i> .....	168

3.3 Trabalho e Ampliação de Força .....	176
3.4 Trabalho e Ampliação de Velocidades .....	177
3.5 Vantagem Mecânica em alguns Meios Envolvendo Líquidos .....	179
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	180
<i>Atividade 6: Ferramentas e Utensílios</i> .....	182

## PARTE 4 – DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DOS MOVIMENTOS .....

4.1 Enfim, a Cinemática .....	185
4.2 Diferentes Maneiras de se fazer uma Localização .....	186
4.3 Guia da Cidade: Uma Forma para Localizarmos uma Posição .....	190
4.4 Posição, Deslocamento, Velocidade e Aceleração .....	193
4.4.1 Posição .....	193
4.4.2 Deslocamento .....	194
4.4.3 Velocidade .....	196
4.4.4 Aceleração .....	198
4.5 Outras Grandezas Físicas Vetoriais .....	202
4.6 Cinemática Escalar .....	204
4.6.1 O movimento do metrô .....	204
4.6.2 Representação gráfica do movimento de uma composição entre duas estações .....	206
4.6.3 A localização de um trem .....	209
4.6.4 Representação gráfica da posição de um trem a cada instante .....	210
4.6.5 Análise de cada trecho dos gráficos .....	212
4.6.6 Prevendo posições .....	213
4.6.7 O movimento de queda livre .....	214
<i>Exercícios Resolvidos</i> .....	215
<i>Atividade 7: Um Movimento Acelerado</i> .....	226

## APÊNDICE .....

1. Força de Atrito .....	229
2. A Influência da Resistência do Ar em alguns Movimentos .....	233
3. Momentos de Inércia de alguns Objetos Homogêneos .....	239
4. Empuxo .....	241
5. O Módulo da Aceleração Centrípeta .....	247

EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES .....	249
Parte 1 – Movimento: Conservação e Variação .....	249
Parte 2 – Condições de Equilíbrio .....	306
Parte 3 – Ferramentas e Mecanismos .....	321
Parte 4 – Descrição Matemática dos Movimentos .....	325
BIBLIOGRAFIA BÁSICA .....	331



# Física 2

física  
térmica  
óptica  
GREF



edusp

**SUMÁRIO**

APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA .....	15
<i>FÍSICA TÉRMICA</i>	
FÍSICA TÉRMICA - ABERTURA E PLANO DE CURSO.....	21
PARTE 1 - SUBSTÂNCIAS, PROPRIEDADES E PROCESSOS TÉRMICOS.....	29
1.1 A Sequência.....	29
1.2 Produtores de Calor.....	30
1.3 Trocas de Calor.....	35
1.4 Efeitos das Trocas de Calor.....	40
1.4.1 Variação da temperatura.....	40
1.4.2 Dilatação.....	44
1.4.3 Mudanças de estado.....	46
1.4.4 Transição de fase.....	50
1.5 Controle da Temperatura.....	50

1.6 Uma Visão Microscópica da Matéria . . . . .	53
1.6.1 O modelo cinético-molecular de matéria . . . . .	53
1.6.2 Interpretação das propriedades e processos com base no modelo cinético-molecular . . . . .	57
1.6.3 Interpretação dos processos de troca de calor . . . . .	63
1.6.4 As equações da física térmica e a relação entre as grandezas macroscópicas e microscópicas . . . . .	66
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	74
<i>Atividade 1: Coletor Solar</i> . . . . .	92
<i>Atividade 2: A Física Térmica na Cozinha</i> . . . . .	94

PARTE 2 – MÁQUINAS TÉRMICAS E PROCESSOS NATURAIS . . . . .	99
2.1 A Sequência . . . . .	99
2.2 Máquinas, Aparelhos e Máquinas Térmicas . . . . .	99
2.3 A Produção de Movimento nas Máquinas Térmicas . . . . .	101
2.4 O Trabalho Realizado no Motor . . . . .	108
2.5 Turbina a Vapor – Outro Tipo de Máquina Térmica . . . . .	109
2.6 Os Refrigeradores como Máquinas Térmicas . . . . .	113
2.7 Máquinas Térmicas e a Segunda Lei da Termodinâmica . . . . .	117
2.8 O Rendimento das Máquinas Térmicas . . . . .	119
2.9 Processos Térmicos nos Ciclos do Ar e da Água . . . . .	121
2.9.1 O ciclo do ar . . . . .	122
2.9.2 O ciclo da água . . . . .	124
2.10 Processos Térmicos em Outros Fenômenos Naturais . . . . .	125
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	129
<i>Atividade 3: Motores</i> . . . . .	135
<i>Atividade 4: Geladeira</i> . . . . .	135

APÊNDICE . . . . .	137
--------------------	-----

1. Construção e Graduação de Termômetros . . . . .	137
2. Motor a Combustão . . . . .	139
3. Geladeira: Refrigerador Doméstico . . . . .	147
4. Refrigerador a Fogo . . . . .	151

EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES . . . . .	153
Parte 1 – Substâncias, Propriedades e Processos Térmicos . . . . .	153
Parte 2 – Máquinas Térmicas e Processos Naturais . . . . .	162

## ÓPTICA

ÓPTICA – ABERTURA E PLANO DE CURSO . . . . .	169
--	-----

PARTE 1 – PROCESSOS LUMINOSOS: INTERAÇÃO LUZ-MATÉRIA . . . . .	177
--	-----

1.1 A Sequência . . . . .	177
1.2 Processos Luminosos na Máquina Fotográfica . . . . .	178
1.2.1 Do objeto para o filme: refração e reflexão da luz . . . . .	182
1.2.2 A cor das coisas e seu registro num filme fotográfico: absorção da luz . . . . .	188
1.2.3 A iluminação dos objetos: produção de luz . . . . .	192
1.2.4 Nitidez numa fotografia: difração da luz . . . . .	195
1.3 A Natureza da Luz . . . . .	196
1.3.1 Modelo de matéria baseado na Física Quântica . . . . .	199
1.3.2 Interpretação da produção e da absorção da luz . . . . .	203
1.3.3 Interpretação da refração, reflexão, difração, interferência e polarização da luz . . . . .	208
1.3.4 A luz e as demais radiações . . . . .	221
1.3.5 As equações da Óptica Física . . . . .	225
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	227
<i>Atividade 1: Máquina Fotográfica</i> . . . . .	250
<i>Atividade 2: Cores</i> . . . . .	255

PARTE 2 – SISTEMAS ÓPTICOS QUE POSSIBILITAM A VISÃO DAS COISAS . . . . .	263
--	-----

2.1 A Sequência . . . . .	263
2.2 O Olho Humano e os Defeitos da Visão . . . . .	263
2.3 A Formação de Imagens e os Defeitos da Visão . . . . .	267
2.4 Aperfeiçoamento da Visão Obtida pelo Olho: Instrumentos Ópticos de Observação . . . . .	273

2.5 A Obtenção de Imagens e as Equações das Lentes e Espelhos	
Esféricos . . . . .	282
2.5.1 Lentes esféricas . . . . .	283
2.5.2 Espelhos esféricos . . . . .	289
2.5.3 Espelhos parabólicos . . . . .	291
2.5.4 As equações da Óptica Geométrica . . . . .	293
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	298
<i>Atividade 3: Teste de Visão/Óculos</i> . . . . .	311
<i>Atividade 4: Construção de um Projetor de Slides e de um Caleidoscópio</i> . . . . .	316
APÊNDICE . . . . .	321
1. O Uso de Filtros na Fotografia . . . . .	321
2. Fonte <i>Laser</i> . . . . .	323
3. O Olho Humano . . . . .	327
4. Dedução da Equação dos Fabricantes de Lentes . . . . .	331
5. O Átomo de Hidrogênio – Modelo de Bohr . . . . .	337
EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES . . . . .	339
BIBLIOGRAFIA BÁSICA . . . . .	365



# Física 3

eletromagnetismo

GRAF



edusp



## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA .....	19
<i>ELETROMAGNETISMO</i>	
ELETROMAGNETISMO - ABERTURA E PLANO DE CURSO ...	25
PARTE 1 - FUSÍVEIS, LÂMPADAS, CHUVEIROS E FIOS DE LI- GAÇÃO: APARELHOS RESISTIVOS .....	37
1.1 A Seqüência .....	37
1.2 Aparelhos Elétricos: Condições de Funcionamento .....	38
1.3 Fusíveis, Lâmpadas e Chuveiros: Estudo dos Aparelhos Resistivos ..	40
1.4 As Partes Metálicas dos Aparelhos Elétricos .....	42
1.5 Modelo Clássico de Corrente Elétrica .....	43
1.5.1 O metal sem corrente .....	44
1.5.2 A corrente elétrica e a sua causa .....	46
1.5.3 A tensão elétrica .....	52
1.5.4 O aquecimento nos condutores .....	54
1.6 As Diferentes Linguagens Descrevendo o Mesmo Fenômeno .....	55
1.7 O Equacionamento do Problema .....	56
1.7.1 A intensidade da corrente elétrica .....	56

1.7.2 Intensidade do campo elétrico e da força elétrica . . . . .	60
1.7.3 A potência elétrica . . . . .	60
1.7.4 As diferentes potências obtidas num mesmo tipo de aparelho: a resistência elétrica . . . . .	62
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	71
<i>Atividade 1:</i> Levantamento das Chapinhas de Aparelhos Elétricos . . . . .	92
<i>Atividade 2:</i> Fusíveis, Lâmpadas e Chuveiros . . . . .	94
<i>Atividade 3:</i> Explorando Elementos de Dispositivos Elétricos Residenciais . . . . .	98
<i>Atividade 4:</i> Circuitos Elétricos Residenciais . . . . .	102

**PARTE 2 – MOTORES ELÉTRICOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA COM PONTEIRO . . . . .** 109

2.1 A Seqüência . . . . .	109
2.2 Fenomenologia . . . . .	110
2.3 Parte Fixa, Parte Móvel e a Interação entre Elas . . . . .	114
2.4 O Movimento da Parte Móvel e Sua Interpretação . . . . .	121
2.5 O Equacionamento do Problema . . . . .	127
2.6 Comentários Finais . . . . .	133
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	134
<i>Atividade 5:</i> O Motor de um Liquidificador . . . . .	149
<i>Atividade 6:</i> Construção de Galvanômetro e Motores . . . . .	150
<i>Atividade 7:</i> Investigação dos Imãs . . . . .	157

**PARTE 3 – DÍNAMO DE BICICLETA, GERADOR DE USINA, MOTOR GERADOR, PILHA E BATERIA: FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA . . . . .** 161

3.1 A Seqüência . . . . .	161
3.2 Dínamos e Geradores: A Corrente Elétrica a partir do Campo Magnético . . . . .	162
3.2.1 Geradores e geradores... . . . .	162
3.2.2 Geração de corrente – a física do dínamo de bicicleta e do gerador de usina hidroelétrica . . . . .	164
3.2.3 Geração de corrente – a física do motor-gerador . . . . .	171
3.2.4 A corrente elétrica a partir do campo magnético – perspectiva . . . . .	176
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	180
<i>Atividade 8:</i> Dínamo de Bicicleta . . . . .	190
<i>Atividade 9:</i> Motores Elétricos . . . . .	192
3.3 Vários Processos de Separação de Cargas . . . . .	195
3.3.1 Pilhas e baterias . . . . .	197
3.3.2 O interior da bateria . . . . .	199

3.3.3 A carga elétrica e suas propriedades . . . . .	203
3.3.4 A formulação da Lei de Coulomb . . . . .	208
3.3.5 A interação de natureza elétrica e seu papel no mundo que nos cerca . . . . .	215
3.3.6 A interação elétrica no átomo e na matéria . . . . .	216
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	219
<i>Atividade 10:</i> Baterias – Observação e Construção . . . . .	225
<i>Atividade 11:</i> Garrafa de Leyden – Acumulador de Cargas . . . . .	227

**PARTE 4 – RÁDIO, TV, GRAVADOR E TOCA-DISCOS: ELEMENTOS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO . . . . .** 231

4.1 A Seqüência . . . . .	231
4.2 O Microfone e o Alto-falante . . . . .	232
4.3 O Rádio . . . . .	234
4.3.1 A fenomenologia: principais etapas envolvidas na comunicação por rádio . . . . .	235
4.3.2 A produção da corrente alternada de alta frequência: o circuito oscilante . . . . .	237
4.3.3 A onda eletromagnética no espaço e a antena como emissora e receptora . . . . .	243
4.4 A Televisão . . . . .	248
4.4.1 A fenomenologia: a geração e a recepção da imagem (da câmara no estúdio à tela de TV) . . . . .	249
4.4.2 A câmara de TV . . . . .	250
4.4.3 O tubo de imagem . . . . .	254
4.5 A Natureza das Radiações Eletromagnéticas . . . . .	257
4.6 Armazenamento e Reprodução de Informação: Fita Magnética e Disco . . . . .	257
4.6.1 Fita magnética: gravação e reprodução . . . . .	258
4.6.2 O disco: gravação e reprodução . . . . .	259
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	263
<i>Atividade 12:</i> Sistemas de Comunicação e Informação . . . . .	272

**PARTE 5 – DIODO E TRANSISTOR: MATERIAIS SEMICONDUTORES . . . . .** 275

5.1 A Seqüência . . . . .	275
5.2 A Fenomenologia . . . . .	276
5.3 Modelo de Átomo: Caracterização e Pressupostos . . . . .	277

5.4 Os Diferentes Comportamentos Elétricos dos Materiais quanto à Condução Elétrica: Um Modelo Baseado na Física Quântica . . . . .	280
5.5 Efeito do Contato entre Regiões do Tipo N e do Tipo P num Semicondutor . . . . .	287
5.5.1 O diodo semicondutor: o efeito da retificação obtida a partir da junção P-N . . . . .	289
5.5.2 O diodo fotoemissor (led): o efeito da eletroluminescência obtida através da junção P-N . . . . .	291
5.5.3 O transistor semicondutor: o efeito da amplificação obtido através da junção P-N . . . . .	293
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	297
<b>PARTE 6 - COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS . . . . .</b>	<b>301</b>
6.1 A Sequência . . . . .	301
6.2 Coisas cujo Funcionamento é Fisicamente Explicado pela Força Magnética (Parcela Magnética da Força de Lorentz) . . . . .	302
6.2.1 Medidores de corrente, tensão e resistência elétrica . . . . .	303
6.2.2 Disjuntores magnéticos . . . . .	308
6.3 Quando o Processo Relevante é a Indução Eletromagnética (Lei de Faraday) . . . . .	310
6.3.1 Motores de indução . . . . .	310
6.3.2 Relógio de luz . . . . .	311
6.3.3 Transformadores . . . . .	315
6.4 Quando a Presença da Carga Elétrica é Relevante (Leis de Gauss Elétrica e Coulomb) . . . . .	319
6.4.1 Diferentes tipos de microfones . . . . .	319
6.4.2 Capacitores . . . . .	320
6.4.3 Válvulas termiônicas . . . . .	324
6.5 Sistema Elétrico do Automóvel . . . . .	332
6.5.1 Sistema de ignição do automóvel . . . . .	332
<i>Exercícios Resolvidos</i> . . . . .	335
<b>TEXTO COMPLEMENTAR . . . . .</b>	<b>341</b>
1. Estimativa dos valores das velocidades do elétron para o movimento térmico desordenado e para o movimento de avanço . . . . .	341
2. Valor eficaz da tensão . . . . .	343
3. Choque elétrico no corpo humano . . . . .	347
4. Alguns tipos de fluxo . . . . .	353
5. A lei de Faraday e sua formulação . . . . .	357
6. A lei de Gauss elétrica . . . . .	373

7. Descrição do processo de modulação e de recepção das ondas de rádio	381
8. Rádio Galena . . . . .	385
<b>EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES . . . . .</b>	<b>393</b>
Parte 1 - Fusíveis, Lâmpadas, Chuveiros e Fios de Ligação: Aparelhos Resistivos . . . . .	393
Parte 2 - Motores e Instrumentos de Medida com Ponteiro . . . . .	403
Parte 3 - Dínamo de Bicicleta, Gerador de Usina, Motor-Gerador, Pilha, Bateria: Fontes de Energia Elétrica . . . . .	415
Parte 4 - Rádio, TV, Gravador, Toca-Discos: Elementos de Sistemas de Comunicação e Informação . . . . .	431
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA . . . . .</b>	<b>437</b>

# FÍSICA

## VOLUME ÚNICO

**Antônio Máximo Ribeiro da Luz**

Professor adjunto - Departamento de Física - UFMG

**Beatriz Alvarenga Álvares**

Professora emérita- Departamento de Física - UFMG

Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga  
são autores da coleção **Física**, em três volumes, editada  
pela Harla e Oxford University Press



**editora scipione**

# SUMÁRIO

## UNIDADE I INTRODUÇÃO

<b>1 - A FÍSICA NO CAMPO DA CIÊNCIA</b>	1.1 Ciência e tecnologia no mundo em que vivemos .....	8
	1.2 Ciência e sociedade .....	11
	1.3 Por que estudar física .....	14
	1.4 Objetivos que se destacam no estudo da física .....	20
	1.5 Importância das medidas no estudo da física .....	24
	<b>Atividades</b> .....	28

## UNIDADE II MECÂNICA

<b>2 - MOVIMENTO RETILÍNEO</b>	2.1 Conceito de movimento .....	32
	2.2 Movimento retilíneo uniforme .....	35
	2.3 Importância das unidades .....	39
	2.4 Velocidade média - velocidade instantânea .....	42
	2.5 Conceito de aceleração .....	45
	2.6 Queda livre .....	51
	<b>Atividades</b> .....	55
	<b>Revisão</b> .....	57

<b>Tópicos suplementares</b>	2.7 Equações do movimento com aceleração constante quando o corpo não parte do repouso .....	58
	2.8 Estudo gráfico dos movimentos .....	61
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	67

<b>3 - FORÇA E MOVIMENTO</b>	3.1 Forças e suas características .....	72
	3.2 Inércia - a primeira lei de Newton .....	79
	3.3 Força de atrito .....	88
	3.4 A segunda lei de Newton .....	93
	3.5 Ação e reação - a terceira lei de Newton .....	103
	<b>Atividades</b> .....	107
	<b>Revisão</b> .....	109

<b>Tópicos suplementares</b>	3.6 Independência das velocidades .....	110
	3.7 Coeficiente de atrito .....	113
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	116

<b>4 - MOVIMENTO CURVILÍNEO - GRAVITAÇÃO</b>	4.1 Movimento circular uniforme .....	122
	4.2 Movimento dos planetas .....	131
	4.3 Gravitação universal .....	137
	4.4 Aplicações da gravitação universal .....	139
	4.5 Centro de gravidade .....	146
	<b>Atividades</b> .....	152
	<b>Revisão</b> .....	154

<b>Tópicos suplementares</b>	4.6 Cálculo da velocidade e do período de um satélite .....	155
	4.7 Variações da aceleração da gravidade .....	157
	4.8 Movimento de um projétil .....	161
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	167

<b>5 - AÇÃO DA PRESSÃO NOS LÍQUIDOS - HIDROSTÁTICA</b>	5.1 Conceito de pressão .....	172
	5.2 Pressão atmosférica .....	175
	5.3 Pressão exercida pelos líquidos .....	182
	5.4 Empuxo .....	192
	<b>Atividades</b> .....	200
	<b>Revisão</b> .....	202

<b>Tópico suplementar</b>	5.5 Relação entre o empuxo e a densidade do líquido .....	203
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	207

<b>6 - TRABALHO E ENERGIA</b>	6.1 Trabalho de uma força .....	212
	6.2 Trabalho de uma força não-paralela ao deslocamento .....	218
	6.3 Outras máquinas simples .....	225
	6.4 Energia cinética .....	237
	6.5 Energia potencial - Conservação da energia .....	245
	<b>Atividades</b> .....	254
	<b>Revisão</b> .....	256

<b>Tópicos suplementares</b>	6.6 Cálculo trigonométrico das componentes de um vetor .....	258
	6.7 Energia potencial elástica .....	263
	6.8 Momento de uma força .....	267
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	269

<b>Apêndice - Conservação da quantidade de movimento</b>	A.1 Quantidade de movimento e impulso .....	274
	A.2 Conservação da quantidade de movimento .....	276
	A.3 Colisões elásticas e inelásticas .....	280
	<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	286

### U N I D A D E III

#### 7 - ESTADOS DA MATÉRIA - TEMPERATURA E DILATAÇÃO

##### Tópicos suplementares

#### 8 - CALOR - MÁQUINAS TÉRMICAS

##### Tópicos suplementares

### U N I D A D E IV

#### 9 - CORPOS ELETRIZADOS - CORRENTE ELÉTRICA

##### Tópicos suplementares

#### 10 - ELETROMAGNETISMO

##### Tópicos suplementares

### U N I D A D E V

#### 11 - ONDAS EM UM MEIO MATERIAL - O SOM

#### 12 - COMPORTAMENTO E NATUREZA DA LUZ

##### Tópicos suplementares

### CALOR E TERMODINÂMICA

7.1 Estruturas organizadas e desorganizadas .....	290
7.2 Temperatura e termômetros .....	299
7.3 Dilatação térmica .....	306
7.4 Comportamento dos gases .....	317
<b>Atividades</b> .....	327
<b>Revisão</b> .....	330
7.5 Equação de estado de um gás ideal .....	331
7.6 Interpretação molecular da pressão e da temperatura de um gás .....	334
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	338
8.1 O calor é uma forma de energia .....	341
8.2 Transferência de calor .....	348
8.3 Mudanças de fase .....	356
8.4 Conservação da energia - Máquinas térmicas .....	370
<b>Atividades</b> .....	380
<b>Revisão</b> .....	383
8.5 Expressão matemática da primeira lei da termodinâmica ..	384
8.6 Aplicações da primeira lei da termodinâmica .....	390
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	394

### ELETRICIDADE E MAGNETISMO

9.1 Eletrização - Carga elétrica .....	404
9.2 Campo elétrico - Comportamento de um condutor eletrizado .....	411
9.3 Corrente elétrica .....	418
9.4 Resistência elétrica .....	426
9.5 Efeitos da corrente elétrica .....	441
<b>Atividades</b> .....	450
<b>Revisão</b> .....	454
9.6 O vetor campo elétrico .....	457
9.7 Força eletromotriz de um gerador .....	465
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	470
10.1 Magnetismo .....	476
10.2 Os fenômenos magnéticos têm origem em cargas elétricas em movimento .....	482
10.3 Ação do campo magnético sobre uma corrente - O motor elétrico .....	491
10.4 Indução eletromagnética - Geradores de corrente elétrica .....	496
<b>Atividades</b> .....	507
<b>Revisão</b> .....	511
10.5 O vetor campo magnético .....	512
10.6 Algumas informações adicionais .....	519
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	525

### MOVIMENTO ONDULATÓRIO

11.1 Movimento oscilatório - O pêndulo simples .....	531
11.2 Propagação de uma onda .....	537
11.3 Ondas sonoras .....	542
11.4 Instrumentos musicais - O ouvido e a audição .....	553
11.5 Reflexão, refração e difração de uma onda .....	558
<b>Atividades</b> .....	563
<b>Revisão</b> .....	566
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	568
12.1 Propagação e reflexão da luz .....	571
12.2 Espelhos e imagens .....	577
12.3 Refração da luz .....	586
12.4 Lentes e instrumentos ópticos .....	601
12.5 A natureza da luz .....	614
12.6 Ondas eletromagnéticas .....	619
<b>Atividades</b> .....	629
<b>Revisão</b> .....	635
12.7 A equação das lentes e dos espelhos .....	638
12.8 Interferência .....	642
<b>Problemas e questões de vestibulares</b> .....	646
<b>Respostas dos exercícios</b> .....	652
<b>Constantes físicas</b> .....	669
<b>Valores das funções trigonométricas</b> .....	670

*Regina Azenha*  
*José Roberto*  
*Valter* **BONJORNO**

**CLINTON** *Marcico Ramos*

# FISICA

---

VOLUME ÚNICO

 **FTD**

## ÍNDICE

---

PARTE A MECÂNICA	<b>Unidade I</b> — Introdução	7
	<b>Unidade II</b> — Cinemática	
	Capítulo 1 — Cinemática Escalar	14
	Capítulo 2 — Cinemática Vetorial	53
	Capítulo 3 — Movimento Circular	72
	<b>Unidade III</b> — Dinâmica	
	Capítulo 1 — Princípios Fundamentais	84
	Capítulo 2 — Forças no Movimento Circular	114
	Capítulo 3 — Gravitação Universal	119
	Capítulo 4 — Energia	127
Capítulo 5 — Conservação da Quantidade de Movimento	152	
<b>Unidade IV</b> — Estática		
Capítulo 1 — Equilíbrio de um Ponto Material	161	
Capítulo 2 — Equilíbrio de um Corpo Extenso	167	
<b>Unidade V</b> — Hidrostática		
Capítulo 1 — Pressão	179	
Capítulo 2 — Empuxo	193	

---

PARTE B TERMOLOGIA	<b>Unidade VI</b> — Termometria	216
	<b>Unidade VII</b> — Dilatação Térmica	224
	<b>Unidade VIII</b> — Calorimetria	232
	<b>Unidade IX</b> — Estudo dos Gases	252
	<b>Unidade X</b> — Termodinâmica	257

---

PARTE C ÓPTICA GEOMÉTRICA	<b>Unidade XI</b> — Princípios Fundamentais	274
	<b>Unidade XII</b> — Reflexão da Luz	283
	<b>Unidade XIII</b> — Refração da Luz	300

---

PARTE D ONDULATÓRIA	<b>Unidade XIV</b> — Ondas	333
	<b>Unidade XV</b> — Acústica	346

---

PARTE E ELETRICIDADE	<b>Unidade XVI</b> — Eletrostática	
	Capítulo 1 — Primeiros Conceitos	355
	Capítulo 2 — Força Elétrica	364
	Capítulo 3 — Campo Elétrico	367
	Capítulo 4 — Trabalho e Potencial Elétrico	377
	Capítulo 5 — Capacidade de um Condutor	390
	Capítulo 6 — Capacitores	393
	<b>Unidade XVII</b> — Eletrodinâmica	
	Capítulo 1 — Corrente Elétrica	401
	Capítulo 2 — Estudo dos Resistores	407
	Capítulo 3 — Associação de Resistores	415
	Capítulo 4 — Medidores Elétricos	424
	Capítulo 5 — Geradores e Receptores	430
Capítulo 6 — Circuitos Elétricos	443	
<b>Unidade XVIII</b> — Eletromagnetismo	448	

## **Anexo 9**

### **Trechos de transcrições de entrevistas**

## GERENTES

**P.** A física que você aprendeu na escola tem ajudado a entender esses processos industriais de onde você trabalha atualmente?

**GE1.** Como eu disse para você, eu tenho dificuldade em demonstrar isso, mas com certeza, qualquer coisa que eu vá analisar de hidráulica, aquecimento, de fluído, de fluxo, eu vou fazer isso meio automatizado sem lembrar dados, sem cálculo de vazão, cálculo de pressão, mas não vou lembrar de onde veio, mas com certeza veio da física por um processo demonstrativo, ou em livro ou pelo professor mesmo, mas ele está dentro da gente de uma forma natural.

**P.** A gente viu que é uma física básica que é o que é normalmente dado, e se ela fosse aplicada, quando eu estou dizendo aplicada, eu vou explicar. Por exemplo, aqui na fábrica, a gente estuda acústica, tá, estuda onda sonora, e tudo mais, a gente poderia estudar um exemplo de uma aplicação, a gente poderia estudar esse mesmo conteúdo de acústica voltado para ruídos. A ótica, foi cortado na academia, não se usa não é, mas utilizar os conceitos básicos depois fazer algumas aplicações em termos tecnológicos, de iluminação, cálculo de iluminação, alguma coisa desse jeito. O que você acha, seria essa uma opção?

**GE1.** Com certeza, eu acho, como eu estou te dando exemplos, na física você não consegue dar exemplos de ruídos sem fazer alguma coisa prática, sem colocar um exemplo, (?) pedindo para mostrar movimentos de ondas, encurtando e aumentando para mudar o timbre,... e mesmo na ótica se você não mostrar um prisma, não mostrar que ele decompõe por causa do comprimento de onda, aquelas cores,... é, essas coisas ficam, essas coisas ficam por demonstração e elas devem continuar. Pena que em alguns casos, eu acho que está caminhado para isso, a televisão, o próprio computador está quebrando um pouco os esquemas do professor, porque ele consegue jogar numa velocidade muito maior a informação. Ela vem muito mais escrita e falada ou gravada não é, e você perde um pouquinho da demonstração, mas, eu sou ainda daquele tempo antigo, que gostaria realmente de laboratórios quando você tropeçasse em alavanca, que você fizesse demonstração de redução com rodas de madeira, coisa desse tipo, aquilo fica na cabeça do aluno. E que você hoje vê isso num sistema, vamos dizer, de computador ou coisa do tipo, que não te dá a mesma, a mesma, quando uma demonstração de força com roda d'água, um moinho com aquelas correias e tal, mostrando a redução, aceleração, velocidade periférica, fica muito mais na cabeça se você fazer questão de fazer visita, hoje a escola faz, ela faz visita mais dirigida à parte social, mas não a parte de estudos não é. E a indústria está aberta, eu acho que eu por exemplo atendo todo mundo com um prazer danado, gostaria que todas as pessoas da escola que viessem visitar, ver uma indústria, ver velocidade, ver equipamentos sendo demonstrado, que a escola deve usar isso, e o professores devem buscar isso. O professor não deve ficar fechado dentro de uma sala de aula porque tira dele o prazer maior, que é fazer a coisa funcionar. Então eu aprecio muito o que você está fazendo e espero que seja bastante útil. Espero mesmo.

**P.** A respeito do questionário que você respondeu. Tem uma série de pontos que você está colocando aqui que não estão presentes, mas que seria útil saber. No caso... ou que está presente com pouca intensidade. Mais em termo de pouca intensidade, o que te leva a fazer essa seleção, inclusive tem alguns aqui que você diz que não precisa saber, certo, são uma das coisas aqui que aparecem, normalmente o que aparece aqui é pouca intensidade, seria o que saber ou então não aparece e não precisa.

**GE3.** Esse tipo de diferenciação eu fiz pelo seguinte: esse pouco intensidade, a gente percebe que existe a possibilidade de aplicação, mas por desconhecimento de alguma parte do pessoal, por esquecimento de outra parte, porque você acaba esquecendo os conceitos, mas existe o .... existe a necessidade e você não usa, aí que eu coloquei, seria interessante saber. Por outro lado, em alguns casos, pôxa, isso aqui eu vejo na nossa indústria aqui, realmente não cabe. E pra este tipo de indústria não seria útil saber. Agora, isso não descarta que em outras empresas, em outras aplicações, aquilo ali ... por isso que eu reforço, aquele aspecto lá atrás, que o básico tem que ser dado com toda a sua extensão. O dia que eu sair da Empresa e for para uma empresa que vive aí, aeronáutica, a EMBRAER, pôxa vai ter coisa na EMBRAER que aqui a gente não aplica e lá eu vou precisar saber. Se eu não fiz o básico lá atrás... então eu vejo assim, até eu vou diversificar mais ainda, uma empresa que não tenha nada a ver, nós não temos um brasileiro que vai lá pro espaço, não é? Temos uma Angra - usina atômica lá, por mais que foi um projeto não deu certo, não é? Mas eu cheguei a fazer, seis meses, na época, em 77, por aí, tinha um tal de CICTEN comecei a fazer alguma, comecei a fazer ... um negócio de energia atômica, vamos pegar o básico, mas era um negócio que assim que estava tão distanciado da realidade que, depois de 6 meses eu desisti daquilo lá.

## SUPERVISORES

**P.** Você percebe e entende a física que está presente no processo produtivo da empresa?

**SV1.** Se eu entendo que ... desculpe.

**P.** Se você percebe que física que está numa máquina, ou num processo industrial, ali. Você consegue identificar os elementos de física escolar que estão presentes ali naquela...?

**SV1.** Ah, diversos, não é, diversos. Dependendo. Depende muito do processo e do equipamento, não é. Por exemplo: dentro daquele questionário que você me passou anteriormente eu coloquei ali, não o que eu tenho conhecimento, mas o que eu julguei para exercer minha função....

**P.** Certo.

**SV1.** ...seria necessário eu ter, como, ah, depende muito do processo e da máquina, mas se você pegar uma máquina automatizada você tem que ter conhecimento de eletricidade de uma forma geral. Não é? Aí tem motores que requerem conhecimento na minha área de atuação, que é manutenção.

**P.** Certo.

**SV1.** Tem motores, que tem conhecimento, tem que ter conhecimento de campos magnéticos e máquinas elétricas. Daí tem a parte mecânica, tem a parte de cilindros hidráulicos e pneumáticos que requer conhecimento de pressão, vazão, força ... tem a parte de movimentação que requer conhecimento de velocidade, aceleração, desaceleração. Então, é muito abrangente. Tem a parte de energia elétrica, alimentação, frequência, tensões, correntes ... então é, parte eletrônica. Então, dependendo do processo, além de nossa área fim, que é a área de refrigeração, ela está diretamente ligada a física não é.

---

**P.** E nos casos das pinturas, você está falando da pintura.

**SV2.** Na pintura é a área que eu estou entrando agora, faz praticamente três meses, que eu estou na área. Teve uma reestruturação aqui e eu acabei agregando metalurgia e pintura. Eu transformo e pinto também, então praticamente é essa a idéia. Então eu nunca tinha trabalhado com pintura, primeira vez que eu estou, já fiz estágio e tenho contato aqui, mas em administrar pessoas na área de pintura, primeira vez que estou fazendo.

**P.** Da mesma forma que aqui do processo de transformação, você tem que ter algum conhecimento específico daquilo lá. Que conhecimentos de física que você está tendo que lembrar ou aprender para poder mexer com a pintura?

**SV2.** (pausa) Eu, a minha expectativa, eu tenho que conhecer um pouco mais de pressão, dar um pouco mais ênfase, não é, porque lá todos os equipamentos praticamente, mas só que você já tem hoje um padrão não é. A pressão tem que estar tantas libras lá, então a pessoa tem que ... sempre estar dando um problema de pressão, ou, tem algum vazamento ou ... né, queda de pressão, mas nada de assim...

---

**P.** Isso aí são equipamentos ... Falando de pintura, é equipamentos de alta tecnologia?

**SV2.** Já.

**P.** ... o de transformação ainda é mais convencional?

**SV2.** É, mais convencional.

**P.** Agora, esse de alta tecnologia ele ... você tem operadores, tem pessoas que gerenciam o processo, não é. Que conhecimentos de física você acha que uma pessoa precisaria ter para fazer uma operação do equipamento lá, esse de alta tecnologia?

**SV2.** O que eles fazem hoje é de ... (?) a viscosidade, que eles usam. Mas eles medem com termômetro, com cronômetro para saber quanto vai ter de viscosidade.

**P.** Ali deve ter um painel de controle.

**SV2.** Não, eles tem uma carta de controle, não é.

**P.** O que significa uma carta de controle?

**SV2.** Um gráfico, então é isso que ele utiliza para ver se está havendo outros parâmetros ou não.

---

**P.** Quando você está andando aí na fábrica, na linha, você percebe, entende a Física que está presente nesse processo produtivo?

**SV3.** Sim, com certeza.

**P.** Consegue detectar? Aquela Física que você aprendeu na escola ou que você estudou posteriormente, ela te ajudou em algum, pra fazer essa, ter essa percepção?

**SV3.** Ajuda, com certeza.

**P.** Você consegue identificar alguma, pra poder relatar, alguma coisa assim que ela, onde ela aparece mais?

**SV3.** É, na verdade, se a gente pegar, por exemplo, um equipamento, qualquer um dos equipamentos que nós temos aqui dentro da empresa, por exemplo, a pintura, só pra citar um exemplo, a pintura é eletrostática. Ou seja, ela trabalha com íons, né, positivos e negativos. Então ali, ou seja, se presencia a física; a velocidade da corrente, um monte de coisas nesse sentido, né. As máquinas que eu trabalho na minha área de injetoras, tem a física meio presente em toda, em todo o equipamento, né, tem velocidade de injeção, pressão, pressão hidráulica, vasos comunicantes, mangueiras, etc., então tem um monte de coisas ali, a parte de, de indução, motores elétricos, capacitores, um monte de, você, na verdade você consegue identificar várias coisas que você aprendeu lá no passado, é lógico que não com muita propriedade, né, superficialmente, você tem uma noção geral do que acontece no equipamento. E fazer relação ao que você estudou no passado.

---

**P.** Tá, você sugere que a escola seja mais próxima da empresa...

**SV3.** Isso.

**P.** Que mecanismos, como que poderia acontecer isso daí?

**SV3.** É, talvez até os próprios professores, né, das escolas, das entidades que tivessem interesse, poderiam vir até a empresa, ver o que a gente utiliza aqui no dia-a-dia e talvez fazer uma sugestão de um currículo tipo CEFET, não sei. Alguma coisa nesse sentido, para que o ensino fosse realmente direcionado, né, ser ensinado coisas úteis, que as pessoas utilizassem.

**P.** Pensando em termos de mercado, em termos de parque industrial? Mesmo aqui em Curitiba o parque industrial já está bem distribuído, né. Aqui a gente tem Empresa que é linha branca, tem Siemens que é telecomunicações, tem uma outra empresa, que é, Providência, que é plástico, tá...

**SV3.** Tem as montadoras né...

**P.** Tem as montadoras. Então daí, é um leque muito grande de indústrias. Como é que você vê a tua sugestão de fazer um direcionamento se esse leque é grande?

**SV3.** É, mas eu acredito que é, que os conteúdos programáticos desse, do curso de Física, ele entraria em alguns aspectos, na parte de termodinâmica, na parte de eletricidade, então esses tópicos, eles mais ou menos abrangem todos esses tipos de empresas. A menos que uma pessoa fosse trabalhar num hospital, alguma coisa que fosse um pouco mais diferente, mas daí a parte de gases já entraria também. Então o conteúdo programático mais ou menos ele se encaixaria em tudo, a menos que viesse uma empresa aí que usasse energia nuclear, alguma coisa mais sofisticada que daí sim não estaria, pra esse conteúdo não entraria né.

---

**P.** Quando você organiza essa, esse material, ou faz esse elenco de conteúdos, são incluídos conteúdos de Física?

**SV3.** Quando é, digamos assim, a parte específica o conteúdo de Física, normalmente ele aparece em determinados tópicos. Então, se a gente for falar em matérias-primas, por exemplo, a gente vai falar em granulometria da matéria-prima, sobre as características resistentes à tração, compressão e assim por diante, a temperatura; então lógico, especificamente a gente não fala ali sobre um aspecto de Física, mas a gente está falando de um tópico da nossa área em que está presente a Física ali dentro, com certeza.

**P.** Você não estabelece, por exemplo, que há uma necessidade de conhecer, eh, em ter um estudo de deformações elásticas? Você já vai direto pro...

**SV3.** Sim, nós mostramos os parâmetros né, esse determinado material, ele vai de tanto a tanto, né, a gente coloca uma faixa, e o pessoal daí trabalha dentro daquela faixa. Só que é lógico que eles também, eles, cada vez mais, eles estão sentindo a necessidade do estudo. Que a gente começa a falar no, de tanto a tanto, né, e daí eles perguntam o quê que significa aquilo. E agente explica, daí eles vão vendo que existe uma necessidade, eles estão sentindo necessidade de ter uma escolaridade maior. Né. Então hoje a escolaridade nossa, pra operadores a nível de máquinas, é mínimo primeiro grau. Só que eles mesmos já estão sentindo que o primeiro grau é pouco. A maioria dos meus operadores ali, estão buscando o segundo grau.

---

**P.** Pela tua experiência, pelo relato que você está dizendo, aí, que sugestões você daria pra Física ser uma coisa assim que, pra Física na escola ser aquilo que você gostaria que fosse?

**SV4.** Eu acho que, não sei se, acho que teria que ser assim mais, eh ... próximo da realidade, da prática né. Mais ... ter mais exemplos na vida prática ...

**P.** Como fazer isso daí, você tem alguma idéia?

**SV4.** Ah, eu acho que pode ter; acho que o próprio laboratório, né no segundo grau teria que ser, tem que ser, laboratório ... excursões né, fora da sala de aula, observações ... pedir pro aluno fazer observação da cinemática por exemplo, ou queda livre ... né, fazer um trabalho, e na própria, na própria didática do professor, a própria formação do professor em si né.

**P.** No que você acha que estaria faltando na formação do professor?

**SV4.** Acho que o profe...o aluno que está numa faculdade por exemplo ou no colegial, ele tem que fazer um estágio e tal, pra ele... Porque o professor não teria que fazer um estágio numa indústria, onde aplica a matéria, se aplica; porque eu vejo uma pessoa formada em Matemática e em Física, ele vai pra faculdade, faz a faculdade e vai na aula, ele é um acadêmico que só inspira,...então o cara vai pra uma faculdade de engenharia, e é aquele acadêmico. Ele não sabe o que acontece dentro de uma indústria ou não e tal. E o cara vai, o aluno que vai pra uma faculdade de engenharia, ele quer saber de sair dali e ser um engenheiro e entrar logo numa indústria e ver a coisa funcionar; ele quer por a mão na massa. E o professor, ele é; se formou acadêmico, na faculdade e continua sempre aquela, naquela,...mundo ali, e não está muito interessado se, se o cara quer por a mão na massa ou se aquilo ele vai usar na prática ou não. Então o cara está lá viajando, movimento circular e tal e momento de inércia, você está estudando naquela loucura e, fala será que... onde eu vou usar, onde...que indústria que eu uso, que cálculos, projetos, aonde, vai ser usado isso e tal. Essa aí já podia ser colocado pro aluno. Olha, isso aqui é usado assim, assim; a gente pode fazer uma visita a indústrias e o cara que trabalha em projetos. Vocês vão ver o cálculo, dimensionamento de esforços, né, o projeto da estrutura do carro. Né, ou estruturas, treliças aí, um engenheiro civil, um cara que projeta estrutura armada. E

daí ele vai ver a distribuição desse esforço na treliça e tal, o cara vai dar a resistência dos materiais, a própria física ou estática mesmo né, ...e assim por diante né...

---

**P.** Que critério você utilizou pra fazer essa seleção entre ser útil e não ser útil saber? Em termos de conhecimento de Física?

**SV4.** É eu, eu vejo que tem muita coisa, por exemplo é, vai ver força, cinemática, algumas coisas eu, se eu for fazer um projeto, eu, eu vou usar muito pouco. Agora uma pessoa, eu vejo que existe, lá, o cara está fazendo, está aplicando uma força lá, a máquina e tal, só que, pra eu usar não vai ter utilidade assim, no caso de um projeto e tal, pra mim. Agora essa pessoa que está operando se ele souber ou não, ele vai, ele vai continuar operando a máquina; então, pra ele também não vai ser útil, então tem coisa que não está sendo aplicado ali mas que seria útil pra mim saber, mas não pra ele. Né, num projeto, alguma coisa eu posso usar aquele tipo de coisa.

**P.** Acaba não interferindo no, na operação da máquina.

**SV4.** Na operação da máquina em si, né.

**P.** Por que você acha que não interfere na operação da máquina não saber algum conhecimento?

**SV4.** É, pro operador, ele não vai sentar lá e calcular ou então, fazer uma conjectura de, de onde vem, porque, não sei o que, mesmo porque, as vezes alguma coisa é mais aprofundada, alguma matéria mais aprofundada do que ele,... do que a própria formação daquela pessoa né. Então, acho que, até, pra função dele, não teria utilidade por exemplo, o cara que carrega peça ou o cara que, o cara que é da TCP, que só programa a produção, e pendura peça; então ele está fazendo movimentos, força e tudo ali, mas ele não...

---

**P.** Ela acaba aderindo por eletricidade estática?

**SV4.** Isso.

**P.** A adesão dela?

**SV4.** Isso, ela ...

**P.** Ela é atraída direto em toda a peça aí fica uma camada...

**SV4.** Um grande percentual da tinta, vamos dizer, ela é atraída né. Alguma coisa a gente perde, por que a gente tem que ter um balanceamento de insuflamento e exaustão. Certo. Né também na cabine e tal e esse movimento, ele não deixa que seja atraído totalmente, né. Mas grande parte da tinta, você cortou a tensão, ela, a peça começa, a tinta começa a perder o direcionamento, fica meio...

**P.** E daí começa a dar problemas de ...

**SV4.** Dá problemas de cobertura de tinta e tal...

**P.** Fica borrado.

**SV4.** Ela vai pra um lado da peça ou vai pro outro. Daí ela fica meio caótico, né. O direcionamento da tinta.

**P.** Porque daí depende da eletricidade natural do ...

**SV4.** É. Ou até do movimento da, do insuflamento e da exaustão, daí ela leva a tinta pra onde quiser.

---

**P.** Teu trabalho de manutenção ele exige uma...

**SV5.** Exige toda a base de conhecimento agora, a gente fala depois recordando a questão de índice, refração de luz, você usar espelhos, identificação de cores no caso de questão de entintamento, quer dizer, tudo isso daí você diz nunca vou usar, índice de refração, porque para que eu vou ter que aprender a questão de iluminação, refração de luzes, quer dizer, alguma influência sempre tem no nosso processo quando vê, dá um problema e você tem que identificar a causa. O que está influenciando no teu processo? Então todo esse subsídio que a gente adquiriu, ele realmente dá uma margem da gente resolver melhor os nossos problemas encontrados no processo. Quedas de movimento, de projetos alguma coisa diferenciada.

---

**P.** Você pode comentar um pouco mais a respeito da, da relação que você,... que existe entre conhecimento de física, que você teve na escola e como é que você percebe esses conhecimentos no teu trabalho?

**SV5.** Você acaba nem voltando atrás no dia a dia com relação ao problema, mas até nas respostas de questionários que tinha, você diz não, mas isso aí a gente usa, tem bastante situações, eu falei índice de refração, cálculo de vazão, cálculo de força, intensificação de força, cálculo de potência, campo magnético, é... e você aplica todos esses conhecimentos. Questão de vapor, ponto de ebulição, índice de concentração, no caso, uma parte um pouco mais para química, mas, você acaba usando no teu processo. Cálculo de dimensionamento, torque, eixo,... isso são exemplos agora, exemplo práticos, uma linha de transportadora que você precisa dimensionar a capacidade de produto, dimensionar uma relação de engrenagem, uma entrada de um redutor a potência do motor para dimensionar em função do tamanho de nossa linha, questão de ar, conceitos, tubulações, perda de cargas, o que você tem que fazer para dimensionar uma estrutura de uma determinada linha,... São inúmeros exemplos acho, que cada detalhe for, do Oiapoque ao Chuí que, e dentro dele, aqui na Empresa eu aplico quase que todos os conhecimentos, por isso que eu digo, não que eu venho tenho a fórmula, sei como aplicar, você usa parte já daquela teoria adquirida no raciocínio, na

utilização, na resolução desses problemas. São inúmeras, poderia enumerar vários deles, vamos pega o questionário talvez em cada um daqueles tópicos eu venha apontar alguma relação direta com a nossa atividade de manutenção.

---

## ENGENHEIROS DE PROCESSO E PRODUTO

**P.** Normalmente, você falou... são feitos cursos de requalificação... cursos de treinamento ou de requalificação, né. Como e quem seleciona o conteúdo dos cursos.

**EP1.** Geralmente para o processo em si, eu mesmo faço, né. Eu, que eu digo, é a minha função.

**P.** Certo

**EP1.** É o pessoal analista de processo que faz essa seleção do que deve ser dado, desempenho. É que agora, hoje, está bastante desfalcado de pessoal, né. Aqui comigo trabalhavam três pessoas, estou só eu, então está complicada a situação. Mas a gente tem curso planejado, apostilado já prá esse tipo de treinamento de pessoal.

**P.** Nesses cursos, entra conhecimento de Física?

**EP1.** Entra um pouco

**P.** Já como conteúdo...

**EP1.** Como conteúdo básico.

**P.** Que parte de Física entra como conteúdo.

**EP1.** É uma parte de... conceito de temperatura, né. Eh.. depois de gravidade, peso específico, densidade., essas coisas... Eh.. (pausa) Aí temperatura de transformação de materiais. Materiais que se transformam, amolece em que temperatura.

**P.** Os treinamento que são dados.. Eles são mais teóricos ou são mais práticos?

**EP1.** Os dois né.. Tem uma parte teórica e depois tem uma explicação, isso na própria máquina.

**P.** É mais... tipo um treinamento em serviço.

**EP1.** Em serviço..

**P.** E normalmente você trabalha.... E esses treinamento são feitos regularmente.

**EP1.** São feitos regularmente... E como a gente tem uma certa movimentação de pessoal, né, então sempre tem pessoa nova nesses cursos.... São pessoas que são operadores, vai criando experiência, tem boa escolaridade, passa prá preparador, então sempre dá um reforço pra ele em termos de....

**P.** Quer dizer então que tem um operador, depois tem um preparador de máquina e daí tem um outro que cuida mais do processo.

**EP1.** Hã, Hã.

---

**P.** No caso você colabora na hora de elaboração do perfil pra novas contratações

**EP1.** Sim

**P.** Quando você monta esse perfil você sugere algum conhecimento específico de Física ou que condição que você estabelece mais ligado à parte de ...

**EP1.** Não, a gente não estabelece conhecimento... No nosso caso por exemplo eh... a gente aspira... a gente subentende que quem tem 2o grau tenha um nível de conhecimento de física o necessário. Não é assim, preponderante. Por exemplo, quando eu trabalhava em usinagem, prá toda função era obrigatório que a pessoa conhecesse desenho mecânico. Então essa era uma condição... além do curso, não... tem que saber desenho mecânico. Não tem essa mesma relação com física.

**P.** Certo ...O que é que de física você subentende que ele tenha que ter pra poder trabalhar bem aqui na empresa?

**EP1.** Um preparador de máquina, eu acho que ele deve conhecer... por exemplo... relação de força, acho que tem que ter relação de trabalho, trabalho eh temperatura ... gravidade, leis de gravidade. Área, relação de área, peso, .... é difícil dizer...

---

**P.** No teu serviço ou no processo produtivo do qual você está vivenciando ou já vivenciou, você percebe, ou entende, ou acha que poderia entender a física que está presente neste processo produtivo?

**EP3.** É perceptível.

**P.** Você percebe, você consegue identificar alguns pontos que você acha que são interessantes, que é fácil você perceber a física? Alguns conteúdos que você andando pela linha ou mesmo analisando os produtos, você vê: oi! isso daqui é um conhecimento escolar?

**EP3.** Sim, tem bastante, não é. A parte de mecânica, principalmente relacionado a parte de movimentos,.... de rotação, aceleração, você vê tudo isto presente nas máquinas ali, cada componentezinho ali tem uma aplicação da física.

**P.** O que você aprendeu na escola, te ajudou?

**EP3.** Me ajudou. Com certeza.

**P.** De que forma? De que forma te ajudou?

**EP3.** De aplicação direta dos conceitos, você está, por exemplo, fazendo projeto de mecanismo, a aplicação direta de movimento retilíneo, ou senão circular, aceleração, esse tipo de coisa.

**P.** Quando você projeta, você percebe esses conteúdos?

**EP3.** Sim.

**P.** Você consegue perceber?

**EP3.** Sim, com certeza.

**P.** Não fica... ou é automático?

**EP3.** Não, não é automático não. A gente identifica: isso aqui é um movimento retilíneo uniforme. Ela fórmula associada.

---

## TÉCNICOS

**P.** E agora, já fechando, passa rápido o tempo, a respeito do questionário que você respondeu. Nos conteúdos que você viu lá do CEFET, (...) que não viu, né, e aqui, eu vi, você não deu nenhum palpite a respeito do que seria útil saber desses conhecimentos, passou tudo em branco aqui. Como que você vê esta, você não respondeu...

**TC1.**...eu entendi errado. Na minha pessoa particular eu senti um pouco de necessidade a nível de vácuo, e é um pouco mais de cálculos de temperatura e um pouco de... (...) parafusos. Parafusos é uma coisa que a gente vê no CEFET, interessante. Mas em mecânica, vê muito pouco. Agora, cálculo de dimensionamento de parafuso, por exemplo, eu não tive. Usa muito né. Daí eu tive que me virar aqui. Mas faz parte né. Alguma coisa a gente acaba não vendo.

**P.** Agora de uma maneira geral, esses conteúdos, qual seria sua opinião a respeito do que seria útil ou não saber nesses conteúdos, mesmo que eles não estejam presentes no processo industrial, porque tem alguns que não estão presentes aqui. Já está acompanhando né, seria interessante ou não seria interessante.

**TC1.** De uma forma geral, todos os conteúdos que tem aí, é importante para o conhecimento. De uma forma que você aprenda, não use na prática, é importante saber porque pode ser útil como base para você aprender alguma outra coisa um dia, e como conhecimento cultural mesmo, saber o porque das coisas e tal, por mais que você vá fazer um trabalho aí, de comerciante, no futuro, que não vai usar nada disso, é importante você ter esse conhecimento, saber que existe todo esse conhecimento.

---

**P.** O teu operador, ele tem conhecimento nisso daí, ou ele é somente um operador?

**TC2.** Nem todos, nem todos. Nós temos operadores que têm esse conhecimento, é óbvio que os treinamentos foram dados a ele pelo fato de ser, esses conhecimentos terem necessidade de muito tempo de ensino, (?) você passa conceitos de pintura eletrostática, de corrosão, de pilha galvânica, de formação da corrosão,... Mas o básico pra ele saber que como, como você pode ter uma condição de início de oxidação, o que é um eletrodo, não é, o que é uma solução eletrolítica, isso se faz. Mas então os nossos operadores hoje, eles não têm um conhecimento profundo, mas a parte superficial de como que funciona, o que pode acontecer, as causas e as conseqüências ali, os nossos operadores nem todos eles, mas aqueles que trabalham operando, que é o responsável pela operação dos equipamentos que é o responsável pela manutenção do processo, eles têm esse conhecimento.

---

**P.** Quando você fala a respeito de conteúdo, você falou lá, em elemento de máquina, resistência, isso daí é a física nas disciplinas de formação técnica, da física mesmo, básica, o que você comenta?

**TC3.** Eu vejo assim, que a física básica é muito importante para o desenvolvimento dessas matérias aqui. A parte de força, reações, é,... lei de Newton, velocidade, energias cinética, potencial, gravitacional, essa parte, a gente usa bastante, certo. A parte de calor, transmissão de calor que aqui dentro a gente aplica bastante isso daí, é, comportamentos dos materiais com variações de temperatura, pressão, é,... umidade, parte de umidade comportamento de temperatura do ar, umidade relativa, essas coisas a gente usa bastante aqui dentro, então, a parte que mais está presente para mim é essa.

---

**P.** No caso aí, ainda mais hoje, nessa rotatividade que tem de emprego, então, hoje a pessoa está aqui na Empresa, daqui a um ano ela está lá na Siemens, passa dois, três anos, lá vai para outra,... o mercado está muito...

**TC3.** Eu vejo assim, em termos de sala de aula é,... no mínimo você teria que ter a física básica que seria a parte de força, de calor, de temperatura, não é. É,... que mais, movimentos, aceleração, essas coisas básicas que acho que você , é,... você vai atuar numa parte técnica, você não pode ficar sem. Então, acho que a nível de sala de aula no mínimo, tem que ser dado isso daí. Tem que ser passado esse conceito que faça e que fique bem fixado nos alunos, né. Eu vejo essa parte de física básica, muito importante.

## FUNCIONÁRIOS DA MANUTENÇÃO

**P.** Você está trabalhando com alguns parâmetros ali,... A respeito da física que está presente nessas máquinas, você transita por essa física, entende a física que está rolando ali?

**MN1.** É, a física ali, digamos, é a parte de temperatura, troca de calor que temos nas máquinas não é,... É,... você saber, digamos, a dilatação de alguns materiais, isso aí entra muito na parte mecânica não é, através da observação da máquina você percebe esse tipo de coisa.

**P.** A física que você aprendeu na escola te ajuda ou tem te ajudado a entender esses processos?

**MN1.** Sim, a parte mecânica sim.

---

**P.** Você lembrar, vi isso daí em algum lugar, tentar,... você chega a trabalhar com consulta, algum manual, texto,... alguma coisa desse jeito para poder solucionar os problemas?

**MN1.** Da física ou específico da minha área?

**P.** Da tua área e da física também,... o meu objetivo é realmente a física, mas a gente vai rodeando não é?

**MN1.** Da física eu não cheguei a pesquisar nada específico na área. Só uma vez eu já pesquisei que era a parte de,... de fluídos. Cheguei a olhar alguma coisa. Para entender comando de válvula, passagem,... esse tipo de coisa. Mas, a lógica da válvula era uma lógica,... que foi visto na área eletrônica, assimilada, se você relacionasse era a mesma lógica digital que eu tinha numa máquina. A especificação era igual.

**P.** Tipo diodo.

**MN1.** Tipo diodo, entra, sai, fecha, seria igual uma porta lógica.

**P.** Exatamente, caminho único.

---

**P.** A respeito da física que você aprendeu na escola. Você atribui alguma parte do seu sucesso profissional à física que você aprendeu? Ou que parcela de contribuição esses conhecimentos de física têm te dado no exercício da tua profissão?

**MN1.** (pausa) Tipo uns trinta pôr cento no máximo. De vinte pôr cento a trinta por cento no máximo.

**P.** Qual,... a contribuição maior, vem de que parte?

**MN1.** Vem da lógica e da matemática. Da lógica digital, não é, digital e analógica não é, em meio a ela entra a matemática. Muita matemática.

**P.** Quando você fala em termos de lógica, digital não é,... no momento que você transita pela lógica digital você ... qualquer sistema,... vai não é..., daí você aplica...

**MN1.** É, que para quem entende lógica, a parte analógica, a digital é muito mais fácil conhecer. Quem trabalha muito com a analógica, ou sempre na digital daí nossa, aquilo ali é filé mignon.

**P.** Muito mais simples.

**MN1.** É, mais simples, mais rápido de entender. E o meio de você se locomover dentro dela é muito mais rápido.

---

**P.** Se você pudesse dar uma contribuição em termos de conteúdos ou em termos de organização de um conteúdo de física, tá, digamos que você tivesse oportunidade de volta lá no Cefet e dizer: olha pessoal, a física seria interessante dada desse jeito. Que jeito? O que você acha que seria interessante de reorganização ou de organização da física? Como é que você..?

**MN1.** Determinados conteúdos que eu sugeriria?

**P.** Que sugestões que você daria para organização de um programa de física. Em termos de conteúdos, em termos de abordagem...?

**MN1.** A parte de ótica é interessante,(?) Propagação de luz, que deve estar aí dentro. Aqui tem algumas máquinas que são a laser, que também é interessante saber conteúdos desse tipo. A parte mecânica também é bem vista, a parte de transmissão, para quem estiver fazendo um curso de mecânica no Cefet, isso daí tem que ser bem exigido mesmo. Porque vai usar muito isto. Quem trabalha com parte de manutenção vai usar muito esse tipo de coisa. A parte de força também,... tração também...

**P.** E como é que você desenvolveria esses conteúdos, em termos de sugestão, como você vê uma forma de desenvolver esses conteúdos para garantir que eles sejam realmente assimilados?

**MN1.** (pausa) Eu acho que seria ligar a parte teórica que já existe a exemplos práticos, que poderiam ser vistos dentro de uma fábrica. Por exemplo: como no Cefet é mais visada a área industrial seria interessante poder comparar esse conteúdo com uma aplicação prática daquilo.

---

**P.** Quando você fez o Cefet você conseguia perceber essas ligações no desenvolvimento do teu curso?

**MN1.** Conseguia perceber na parte de motores não é, já tinha uma idéia. Até digamos eu que sou eletrônico, trabalhei com impressora, então envolve também a parte de engrenagem. Quando eu fui trabalhar com isso, eu fui, nesse caso foi exigido o conhecimento nessa área de física. Quando eu fui em uma entrevista, na primeira entrevista eles pediram isso tudo, Agora que eu me recordei.

**P.** Se você sabia transmissão?

**MN1.** É.

**MN1.** Inclusive os testes foram feitos em cima dessa parte. Tração de carro, agora e to me lembrando. O primeiro teste foi isto mesmo. A parte analógica e digital e a parte mecânica que é daí, as engrenagens. Digamos os movimentos engrenagens,... não caiu no cálculo de, digamos de velocidade, mas você tinha que identificar digamos, polias não é. Polias interligadas e qual que estaria gerando uma velocidade maior ou menor. Ou para que lado cada uma tem que está girando?

**P.** Horário e anti horário?

**MN1.** Exatamente. E aqui para parte de mecânica é muito usado e digamos para quem for trabalhar em impressoras, depois na área eletrônica, vai ter que saber também. Isso também tem que ser estudado.

---

**P.** Te deram a caixa de ferramentas e te vira ... Você, nessa época que estava fazendo esse treinamento, esse acompanhamento, você tinha algum cuidado, alguma atenção especial para alguma coisa de física. Você se lembra se tinha alguma atenção especial para algum conteúdo de física?

**MN2.** Ah, sim. Principalmente os movimentos, não é. Que eu precisava conhecer. Então a princípio, eu tenho que conhecer os movimentos. Os movimentos ... se eu não conheço os movimentos, aí pode ocorrer algum acidente. Então, a primeira coisa "movimento".

**P.** Que tipo de movimento? Aqui as máquinas usam bastante movimento retilíneo ou circular?

**MN2.** Retilíneo. Retilíneo e circular, não é. Nós temos muitos movimentos retilíneo e circular.

**P.** Mas uma boa parte delas é retilíneo?

**MN2.** Uma boa parte é retilíneo, não é? Tem muitos circular também.

---

**P.** O que você acha da física que é ensinada na escola?

**MN2.** Excelente. A física desde o princípio é, ela é, é excelente. Inclusive eu acho que é uma matéria que não deve sair do currículo de jeito nenhum.

**P.** Com relação à futura vida profissional dos alunos? O que você, qual a importância que você atribui para, que importância você dá para a física?

**MN2.** Olha, é importantíssima a física. Ela é importantíssima. Eu vejo a física tão importante quanto a matemática. E a matemática eu uso ela diariamente, a física também, não é. Tanto física como matemática elas têm uma importância, para o aluno, para o dia a dia, não é. E isso independente da profissão ou do futuro da profissão. Independente da profissão. Seja para mim que sou mecânico ou para um médico, ou quem quer que seja. Eu creio que a física é tão importante quanto a matemática. Não é.

**P.** Se você tivesse oportunidade,... o teu filho ano que vem vai entra no segundo grau. A geração mais nova vai mais rápido, não é? Não dá tanta cabeçada na vida, não é. Se você tivesse possibilidade de sugerir algum conteúdo, uma organização do programa de física para os teus filhos, o que você acha que seria interessante que eles vissem na parte de física?

**MN2.** Na parte de física, é tudo, ...

**P.** Tudo?

**MN2.** Tudo.

**P.** Sem exceção?

**MN2.** É. Sem exceção, tudo.

**P.** Parte de matemática?

**MN2.** A matemática tudo também, não é?

**P.** E parte de química?

**MN2.** A química faria mais, até é bom, ... é bom química, mas não tanto quanto a física.

---

**P.** Tá. Com relação às suas aulas de física, quê lembranças que você tem dessas aulas de física? Tem alguma lembrança?

**MN3.** Ah, professor, eu formei em 86, ...

**P.** Exato. Tem alguma, tem alguma, alguma lembrança ali ... ?

**MN3.** Ah, olhando para mim, que eu me lembro da parte de trigonometria, força, polias, engrenagens, que também foi visto na época. Ótica, ... aquele negócio de espelho côncavo e convexo. Foi visto tudo isso só se for para mim fazer algum cálculo, alguma coisa, eu não lembro mais.

**P.** Tá legal.

**MN3.** Mas eu me lembro que foi visto isso temperatura no caso foi visto isso. Temperatura no caso, não é, estudei, foi isso ...

**P.** E, com relação à forma que foi desenvolvido esses conteúdos de física. Você tem alguma lembrança? Algo que ...

**MN3.** Foi muito resumido eu acho, foi muito resumido, ... poderia ter sido melhor. É que na escola que eu estudava lá, a gente não teria condições de trabalhar porque era período integral. Estudava de manhã, à tarde, às vezes à noite. E ela foi dado muito importante para o curso técnico em si, não é, no caso e a matéria de física eu só tive no primeiro ano. O curso técnico foi em três anos não é, mas eu só tive no primeiro ano. Os

outros dois anos não teve. O Cefet tinha quatro anos num período só não é, nós lá foi em três anos porque era período integral, não é. Daí a física foi bem resumida, só tivemos no primeiro ano.

**P.** A física aqui era dada em dois anos?

**MN3.** Dois anos, em quatro períodos, no caso.

**P.** Lá você teve em dois períodos, em um ano.

**MN3.** É. Eles resumiram isso tudo em um ano não é.

---

**P.** Você fez ou faz curso de treinamento aqui?

**MN3.** A gente faz. Fez, antigamente a gente fazia bastante. Mas agora está menos, mas a gente já fez mais.

**P.** Praticamente, você tinha que, ... estudar as máquinas, ou praticamente todas as máquinas você estudou?

**MN3.** Não.

**P.** Não?

**MN3.** O pessoal tinha muita dificuldade com termo par, daí uma pessoa específica, que estudou o termo par, ou sabia mais a respeito de termo par ou conhecia mais fez uma pasta alguma coisa uma apostila e deu um curso para nós, no caso, e aí do CLP também. Algo assim, entendeu? Algo que o pessoal tinha mais dificuldade foi trabalhado em cima daquilo e davam cursos para que o pessoal pegasse mais, não é.

**P.** Os equipamentos que usam alta tecnologia de funcionamento, você sabe como é que eles operam? Você, quando faz manutenção tem que ...

**MN3.** No caso aqui, temperatura tem pressão, também vazão, força essas coisas que a gente usa bastante nas máquinas que tem, no caso, que são injeção de plásticos ...

---

**P.** Nos equipamentos que tem alta tecnologia no funcionamento, você conhece como que eles funcionam. Você chegou a operar algum desses durante algum tempo, ou não?

**MN3.** Não, nunca fui ...

**P.** Nunca ... Só na operação durante a manutenção?

**MN3.** Manutenção, ou durante algum acompanhamento para o próprio aprendizado meu, entendeu? Mas acompanhando o operador, não que eu estivesse operando em si, daí eu ajudava, eu mexia ou eu metia a mão. Estava lá, aí ele falava: tem que fazer isso, aí eu mexia, entendeu? Mas nada específico, não é, de eu só operar a máquina daquela .

**P.** O quê que é exigido para operar esses equipamentos de alta tecnologia?

**MN3.** (pausa) Ah, eu acho que ele tem que saber cálculo, matemática básica, ... que a gente usa bastante isso, ... trabalhando com quantidade, trabalhando com grama, com medidas de peso, assim não é ... , unidade de peso assim, ele tem que entender um pouco de pressão, de vazão, contra pressão, ... se eles vão injetar não é, um material, ele tem que saber com quanto de pressão eles vão injetar para a peça sair perfeita. Se eles botarem uma pressão a mais, daí sai com (?) que eles têm que entender mais ou menos isso . Só que isso eu acho que eles pegam com o tempo eles não vem de fora treinados.

---

**MN3.** Sim, a gente, tipo assim, ah, eles deram um mês lá na WEG, foi pelo menos um mês, para acompanhar o rapaz que já trabalhava lá. Pelo menos para conhecer as linhas de teste que existiam, as placas, saber qual placa para que servia, e nada assim eletrônica em si, no caso, foi mais para conhecer mesmo, ter intimidade com a coisa, entendeu? Aí depois com o tempo foi esquema, daí, ... quando a gente tinha dificuldade a gente perguntava para o pessoal mais antigo, daí eles explicavam. Aqui também foi assim.

**P.** Você consegue identificar algum conceito de física nessa fase do seu treinamento, aqui no caso, por exemplo, da Empresa?

**MN3.** (pausa) ... eu não estou conseguindo conciliar, ... mas acho que a eletricidade, potência, esse negócio de circuitos, resistências não é, resistência e equivalência, isso a gente aprendeu na física, ...

**P.** Ou o curso, ou o pessoal te explicava essas coisas, ou não?

**MN3.** Não, não. Isso aí já era o que eu tinha comigo, ... ele só explicava, isso daqui é uma injetora, entendeu? Essa placa serve para isso , aquela para aquilo, ... a hora que eu vinha concertar, e daí a gente, tipo assim , a gente vai na máquina, tem as placas reservas, a gente troca as placas, aí pega a placa com defeito aí a gente traz no laboratório para fazer o teste ... aí a gente usa o osciloscópio, o aparelho de solda, essas coisas assim, que é o básico não é, para consertar uma placa.

---

**P.** Nos cursos de requalificação que são feitos aqui, tem algum conteúdo ... que conteúdo que eles apresentam para ser desenvolvido, nesse cursos de requalificação?

**MN3.** Alguns itens eles explicam, assim no caso do termopar não é, ... que a gente pediu e eles explicaram há um tempo atrás não é, ... eles explicam do que é feito, no caso o ferro, ... só o pessoal daqui nosso mesmo. Tinha pessoal que já tem uma boa bagagem, daí eles explicam se um fio que é de ferro ou de níquel, outro de cromo, entendeu? Dali circula uma corrente, daí na ponta uma injeção existe uma diferença de potencial. Aí chega dentro do aparelho lá, não é, ... que é o controlador de temperatura, através do circuito eletrônico ele

percebe aquela tensão, aquela diferença de potencial que tem ali e faz todo o para processo de controle, no caso.

**P.** Vamos imaginar uma situação, tá. Está entrando na fábrica um outro sujeito lá no teu setor. Vai ficar por tua conta a responsabilidade do primeiro mês dele aqui, você solicitaria que ele estudasse alguma coisa de física para poder entender o funcionamento das máquinas?

**MN3.** Ah, eu sugeriria ele conhecer pressão, vazão, no caso, que eu não sei se na física,(?) aprender vazão mas ia querer mais na parte de pressão mesmo, pressão no caso hidráulica, pneumática e vazão também que ajuda bastante, termometria, ... Eletricidade, no caso seria para, eu acho que eletricidade a pessoa já teria uma boa bagagem porque o colégio ensina, não é. O pessoal já vem além de ter em física tem na área de eletricidade também no curso, ... eletricidade abrange resistência, potência, tensão, corrente, tudo.

**P.** Toda, geral, uma eletricidade básica. Isso daí você sugeriria para ele, olha, dá uma lida nisso daí que é interessante.

**MN3.** Ficava ali se eu visse que ele tinha alguma dificuldade eu falaria, não é, para ele dar uma olhada.

**P.** Se você fosse montar um curso de treinamento para esse pessoal, o que você colocaria como interessante?

**MN3.** Isso ali, pressão, vazão, termometria em geral, ... eletricidade básica acho que não teria para problema aqui para nós, para mim, talvez para pessoa que viesse de fora, entendeu.

---

**P.** A tua parte é mais a parte de eletrotécnica?

**MN4.** Eletrotécnica.

**P.** Essas máquinas aí, basicamente, elas vão estar trabalhando com uma parte mecânica, uma parte eletrônica e tem uma parte de eletrotécnica, não é. Para operar isso daí, vamos dizer, para entender essa máquina, essa parte de eletrotécnica, você... que conhecimento de física você acaba precisando para poder trabalhar, para mexer nessa parte de eletrotécnica?

**MN4.** Bom, a parte de calor, temperatura, é muito utilizado em quase todas as máquinas, pressão,... engrenagens, a gente tem que ter aí um conhecimento bom, redutor, que envolve física e potência, guia, também a gente usa. Mas é mais, é temperatura, é termometria e pressão. São os principais. Aí vem mais outros fatores não menos importantes, não é. Mas os mais utilizados é temperatura e pressão.

---

**P.** Que contribuição que você acha que a física que você aprendeu, deu para você, para você entender essa,... dar conta do teu serviço?

**MN4.** Como assim, eu não entendi a pergunta.

**P.** Você estudou física no Cefet, agora que você está trabalhando, está na frente de uma máquina. Você consegue perceber a física que você aprendeu no Cefet, na hora que você tem um problema daí você consegue, opa,... isso daí eu já estudei. Consegue fazer...

**MN4.** Ah, com certeza, algo prático aí que,... esses dias eu tinha que pegar uma peça em tal eixo não é. Ah, vamos colocar uma roldana lá que a gente faz a metade da força, então você lembra lá da física um e física dois, que a roldana é a metade da força (?), o cálculo é direto. A gente já lembra lá porque você viu isso aí. Algo bem prático,... e outras coisas em números que a gente trabalha com números significativos, não significativos,... você tem que medir um capacitor, digamos que é um vírgula dois dez a menos seis, então, tem vários números que você vê que até ali é significativo, outro não,... é mecânica também que você usa muito. Mas que eu me lembre de cabeça é isso aí.

---

**P.** E para você que trabalha na manutenção. Para o pessoal que opera, o operador da máquina, o normal, o que fica lá cuidando dela. Que conhecimento de física que você acha que ele precisa ter para poder operar bem aquela máquina?

**MN4.** Conhecimento de física, é, pressão, temperatura que é essencial, digamos e oitenta por cento das máquinas é (pausa) força, força centrípeta, engrenagens, que tipo de engrenagens tem que saber,... é indispensável saber,... vazão a gente não vê em física no Cefet, vazão é algo que você tem que saber, indispensável vazão e pressão,... polia tem que saber, princípio de polias.

**P.** Você conhece os operadores, seus colegas operadores. Eles têm esses conhecimentos?

**MN4.** Alguns deles têm, mas mais pela parte prática, pelo fato que você vai encontrar muita gente aí que trabalha na empresa há dez anos, tem às vezes não frequentou uma escola que tem um, uma boa, um bom ensino nesse ponto. Então o conhecimento deles é mais prático. Ah, porque isso aqui tem que ser assim, porque sempre foi assim,... mas é importante ter um conhecimento teórico daquilo ali.

---

**P.** Para chegar nesse ponto, de certa forma, entender um pouco mais a máquina, mesmo conversar com outras pessoas, eventualmente têm um curso de requalificação. Você já participou de algum curso de requalificação aqui na empresa?

**MN4.** Já, alguns, alguns.

**P.** Do que?

**MN4.** Refrigeração,... mais conhecimentos para a área da gente não é, chega algum equipamento novo, tem um curso aí, dois a três dias. É mais relacionado com a área, digamos que, coisas que tem a ver com a gente, eletrônica básica, eletrônica digital, só aperfeiçoamento daquilo que a gente, no caso, em sala de aula, um aperfeiçoamento ainda mais.

**P.** Se você tivesse que sugerir algum curso de requalificação, você sugeriria o que, por exemplo?

**MN4.** No caso, para mim ou para alguma coisa...

**P.** Não, você se colocando na posição de uma pessoa que vai sugerir um curso para a empresa, não para você, para o pessoal operador, o que você sugeriria?

**MN4.** A parte elétrica, eletricidade,... para eles eu acho que seria o básico. Informática, inglês básico,... essas três seriam indispensável na minha opinião.

**P.** Você colocaria alguma coisa relacionado com parte de conhecimento de física?

**MN4.** Isso varia muito conforme o setor, no caso, você fala para todos os funcionários? Parte de temperatura, isso aí eu colocaria para todos,... no momento não me vem na cabeça. Eu acredito que tenha a ver, e mais só que no momento não me vem na cabeça. Trigonometria seria o base digamos que seria o "a, b, c".

**P.** Ainda mais uma empresa que trabalha produzindo frio não é?

**MN4.** Tem muitas máquinas térmicas. Setenta por cento utiliza o princípio de temperatura. Tem uma parte que tem transformação para fahrenheit, graus celsius, é o "a. b .c" mesmo, tem que...

---

**P.** E quando você entrou na produção você conseguiu logo de início estabelecer uma relação entre a Física que você aprendeu e o que acontecia ...

**MN5.** Realmente ... no caso na área que eu atuei ...

**P.** Não, não, agora aqui, porque no projeto fica mais complicado.

**MN5.** O PCP tinha outras matérias que tinha ... cada ... não sei ... o CEFET tinha aquela determinação de ensinar várias coisas e depois lá fora a pessoa que se vire, pegue uma coisa que aprendeu e fixe naquilo, eu tentei aprender desenho e entrei em projeto, mas não fui bem, aí eu peguei planejamento e foi a melhor área que eu trabalhei, planejamento até hoje é a melhor área que eu trabalhei. Atualmente nessa área que estou a Física começou desde o primeiro dia que eu entrei, eu cheguei aqui e a primeira coisa que eu tive que fazer foi eliminar um vazamento de óleo, (risos) e eu sem saber, sem conhecimento, peguei fui lá e estava pressurizada, aí vazou tudo, levei um banho de óleo, daí um colega meu falou: você não sabe o que é uma pressão de linha? Você não estudou o que é pressão? Aí eu falei: estudar eu estudei, mas eu não me lembro muito bem, vamos recordar o que é uma pressão de linha, tal, acontece isso, acontece aquilo, tem que tomar cuidado, linha pressurizada. Até um colega meu falou: lembra a Física, é um tubo se tiver pressão, se você abrir ele tem aquela pressão ainda, mantém. Então desde o primeiro dia eu comecei a viver isso, a Física e manutenção. E nós tivemos um outro problema porque o CEFET não ensinou para a gente a parte elétrica, para o pessoal de Mecânica não ensinaram a parte elétrica devida, principalmente a parte Física, elétrica, condutores, essas coisas, nós não tivemos. Na época nós tínhamos uma matéria técnica que era eletricidade, que foi dado só lâmpada, essas coisas, e não mostrou o que acontece numa indústria, que são correntes, são choques de 380 volts , 220, eu cansei de levar choque de 220 volts, sem saber que tinha um cabo ali, soltava óleo, o óleo ia lá, já conduzia, e era um choque violento. Então aconteceu esse tipo de coisinhas porque eu não tinha conhecimento, e por que eu não tinha conhecimento? Porque a escola não ensinou o conhecimento, teria que ter uma matéria que ensinasse manutenção, eletricidade junto com a área de manutenção Mecânica também, e o pessoal de elétrica também ter um conhecimento de Mecânica, eu vi alguns acidentes aqui dentro, faltou um pouco de conhecimento, o cara era técnico de Elétrica ou de Eletrônica e levaram para uma máquina, um pistão acionou, mas acionou como, estava desligada a válvula? É só fechar o ar, coisa simples, só que faltou porque eles não tiveram conhecimento também. Então eu acho que devia ser vinculado as duas coisas.

---

**P.** Agora pensando numa escola comum, 2o grau comum que tem Física também, como você acha ... se você tivesse que montar um programa para uma escola comum, que feição você daria para a Física ?

**MN5.** Eu colocaria primeiro Mecânica, Estática e Cinemática, movimentos, a pessoa tem que saber, velocidade, aceleração, tinha que ter no currículo obrigatório, e depois temperatura que é a parte de Termodinâmica e Ótica, são as coisas que eu considero e uso bastante, e eletricidade que é uma matéria ... eu montaria esses quatro blocos que eu acho que seriam os fundamentais. A Mecânica todos os movimentos em força, termodinâmica por causa do calor, sempre na indústria você vai ter produtos com calor, injetor que trabalham com calor, resistência, a parte de gás, entraria na temperatura porque tem gases diversos, com temperaturas diversas, eletricidade sem falta, e ótica porque luzes, lâmpadas, tá acendendo e a gente nem sabe porque está acendendo a lâmpada, outro dia me perguntaram: está acendendo uma lâmpada no meio da linha, o que é? A gente vai ver. Era só a lâmpada da emergência acionada, não sabia, significa que a linha tá parada nesse lugar. Ele falou: eu vi esse negócio piscando eu não sabia o que era, eu vi e pensei que estava dando alarme. A formação da pessoa de 2o grau, uma coisa que podia ser dada na aula.

---

**P.** Durante esses 9 anos você fez algum curso de requalificação?

**MN6.** sim.

**P.** Que curso você já fez?

**MN6.** Arcos elétricos, tive uma palestra sobre arcos elétricos, fornos de indução ... (pausa longa), tinha ... terminologia também, esses que eu lembro mais, e ... não vou lembrar mais.

**P.** Ai no caso pelo que você está falando esses cursos tem conteúdo de Física? E como é selecionado esse conteúdo, como é o processo você sabe?

**MN6.** Não sei te dizer.

**P.** Não tem idéia. Se você fosse sugerir algum curso, você está há 9 anos, tem estrada, se chegasse o pessoal mais novo, se você fosse sugerir algum curso ligado ao conhecimento de Física, o que você sugeriria para o pessoal mais novo?

**MN6.** O próprio (pausa longa) ... hidráulica, e um curso pneumático também, e na minha área elétrica, teria que ser um curso técnico, eletrotécnico. O SENAI mesmo, o SENAI também vai ter um curso de mecatrônica (?) lá.

---

**P.** Na tua opinião se você tivesse oportunidade de organizar um programa de Física na escola, ou num curso aqui, o que você colocaria como importante saber?

**MN6.** (pausa longa) não faço idéia.

**P.** Não é o teu ramo, né? (rindo) Indo para o questionário, é interessante olhar o questionário que tem bastante coisa que você identifica que está presente, você já havia pensado nesses termos?

**MN6.** Ai que começou a aparecer um monte de coisa, e eu não pensava em tudo isso daí.

**P.** Começou a cair a ficha, e aqui tem uma coisa que me chamou a atenção, você tem uma série de conhecimentos que às vezes não aparecem aqui, você podia comentar um pouquinho mais a respeito disso daqui? Por que você faz essas opções? O que seria útil saber ou não seria útil?

**MN6.** Porque o questionário visa ... o exercício profissional, o exercício profissional em geral como todo. O assunto em questão, teria alguma utilidade para a sua formação como trabalhador, da maneira que eu me joguei, eu achei que muitas coisas, como a introdução, o sistema internacional, gráficos, escala, a pessoa para trabalhar é útil isso daqui. Agora ... grandezas vetoriais escalares, para a prática, a Física na prática, no chão de fábrica, aonde eu vou usar grandezas vetoriais? Não tem. Eu estou vendo meu lado pessoal, profissional, tem muita coisa que não seria útil saber.

---

## OPERADORES

**P.** A física que você aprendeu na escola ajudou a você entender esses processos industriais?

**OP1.** Ajudou a parte de maquinário, eu acho que ajudou.

**P.** Dá pra você falar um pouco a respeito?

**OP1.** Tipo assim a gente ali usa muito relação de velocidade, unidade de medida, temperatura, controladores de pressão e isso me ajuda, por exemplo, um exemplo assim comum né, vamos dizer eu estou usando um aparelho de controlador de temperatura de câmara quente, o aparelho, ele oferece três ou quatro maneiras de eu controlar essa temperatura. Uma em graus celsius, outra proporcional, outra em Fahrenheit, esse tipo de coisa, esse tipo de transformação, eu aprendi no colégio, na pura teoria e hoje em dia eu tenho condições de se tiver problema num deles, eu transformo pro outro e adquire a temperatura que eu quiser através, eu acredito que é através da física.

---

**OP2.** O que a gente consegue se lembrar mais é o sistema internacional de medidas, o caso, deslocamento, isso aí a gente está sempre usando, é pouca coisa, pouca coisa.

---

**OP2.** Aqui a gente faz, trabalho com a termoformagem, trabalho na Rigo, é uma máquina que tanto serve para fazer caixa como contraporta, aqui a gente só está fazendo caixa de geladeira. O modelo ali conforme a necessidade da linha, conforme eles vão utilizando a linha a gente troca, regula a máquina, temperatura, velocidade, tempo, tudo, faz a primeira peça, faz a medida, mede-se o corte dela, vê como é que está, vê o escoamento do material, vê a furação dela, se tiver tudo ok a gente tem uma caixa padrão do lado, então a gente sempre faz um comparativo com a caixa padrão, bateu tudo belezinha a gente manda prá frente, desce a lenha.

---

**P.** Solta. Você percebe a Física nessa máquina que você opera?

**OP2.** Algumas coisas sim.

**P.** O que chama mais a atenção?

**OP2.** Para mim o que chama mais a atenção nessa máquina é a velocidade dela.

**P.** Em termos de coisa de Física que você viu em algum momento que ela ...

**OP2.** Ah, sim, ela tem a velocidade, tem tempo, tem o vácuo, seria mais isso daí, interessante dela seria a velocidade, tempo e o vácuo.

**P.** A Física que você aprendeu na escola.

**OP2.** Foi velocidade e tempo, vácuo a gente não aprendeu nada, não teve.

---

**P.** E aonde você aprendeu isso daí?

**OP2.** Foi no IPE e no Lacerdão.

**P.** Não, essa parte de vácuo?

**OP2.** Ai eu aprendi com o operador que me ensinou, ele que me ensinou a regular, chegou: o vácuo serve para isso, isso, mais nada.

**P.** Ele explicou como funciona?

**OP2.** Exato.

**P.** Como que é feito o vácuo naquela máquina?

**OP2.** Como que é feito a gente só tem uma noção, existe a bomba de vácuo que enche, puxa faz o vácuo para ela, que eu sei dela é só nessa parte ai mesmo.

**P.** Daí faz aquela bolha?

**OP2.** Exato, faz aquela bolha e depois entra um outro vácuo para conformar a tela, ela trabalha com dois tipos de vácuo, um para fazer o balão e outro para repuxar a tela.

---

**P.** É coisa para chuchu. O que você acha que seria interessante em termos de estudo de Física que ajudasse mais a entender os processos que você opera, que você trabalha?

**OP2.** Pra mim seria mais interessante aprender sobre essa parte do vácuo que quando acontece algum problema com a máquina, com essa parte de vácuo, a gente não sabe como explicar, seria o vácuo, tipo... acontece alguma vez de dar problema com velocidade dela, dela perder a velocidade na mesa, então você também não sabe como se expressar ... aconteceu isso, isso. Então falta algumas informações para a gente, seria mais essa parte mesmo, seria vácuo e a velocidade de mesa, que pega mais para nós, que nós temos mais dificuldade de conversar com o pessoal com nível de gerência e tudo mais. Você não vai falar só abobrinha para ele, tem que saber usar um termo mais técnico, conhecer mais, por causa que geralmente eles querem saber o que aconteceu, daí você fala, fala, fala. Mas me explique melhor que eu não entendi. Ai você fica se batendo com as informações que você vai passar para a pessoa. Então seria mais essas partes, aprender mais coisas técnicas dela mesmo.

---

**P.** A Física que está sendo ensinada na escola, as vezes pode acontecer que o professor não consegue desenvolver, mas ele propõe lá alguns assuntos, ela dá resposta a tua vida profissional, em termos do que está sendo ensinado na escola, tem alguma ligação com o que você vê aqui?

**OP2.** Com o que eu estou aprendendo hoje não, mas já teve, o que eu aprendi me ajudou bastante aqui.

**P.** Você consegue lembrar o que você aprendeu?

**OP2.** Aquilo que eu falei para você já no começo, de ... seria aceleração, deslocamento, o sistema internacional, seria mais essas coisas que eu consigo lembrar, que a gente mais utiliza aqui.

---

**P.** A respeito do questionário, tem algumas coisas que você respondeu e aqui você fez alguma seleção de alguns assuntos que não estão presentes e que você acha que seriam interessantes, por exemplo, transferência de calor, capacidade térmica, deformação, elasticidade, máquina térmica, trabalho termo dinâmico, e tem alguns outros que não estão presentes, você descartou?

**OP2.** Exato.

**P.** Você podia comentar um pouquinho mais a respeito de por que essa opção de alguns assuntos e outros não?

**OP2.** Você reparou, eu peguei mais coisas de parte elétrica, eu me interessei mesmo pela parte elétrica, tipo resistência, isso é coisa que me prende para danar, então sempre quando acontece da máquina quebrar e é um problema elétrico ou eletrônico, sempre fico em cima do eletricista ou do eletrônico, faço pergunta para eles, como funciona? como é? Porque eu me interessei bastante por isso daí.

---

**P.** Você já fez cursos de requalificação aqui? Alguns cursos, ou não fez nenhum, além desse de operação dessa máquina?

**OP5.** Não, foi feito segurança de trabalho, treinamento do sistema que foi trocado, o gás alternativo foi trocado, ai eu fiz, eu trabalhava no evaporador, ai foi exigido, os cuidados que deveria ter, daí foi feito.

**P.** Tem algum conhecimento de Física que seria interessante colocar nesses cursos, alguma coisa que você vê na tua operação, no teu trabalho? Alguma coisa de Física que seria interessante que fosse divulgado?

**OP5.** Nessa parte ali é mais aqueles cálculos que eu falei, calcular velocidade, mas a máquina tem tudo pronto, então ... mais isso daí para calcular a produção, esses negócios, não é muita coisa não.

**P.** A física que você aprendeu na escola te ajuda a interpretar, a ver a existência da física nessa máquina?

**OP6.** Na escola não.

**P.** Não.

**OP6.** Eu aprendi a olhar a física depois que eu fiz o trabalho com você, eu percebi que a física tá no dia a dia de nossas vidas, antes disso eu não tinha parado para pensar.

**P.** Não tinha parado para pensar.

**OP6.** Não.

**P.** Ou seja, acabei sendo responsável por você olhar a máquina de outro jeito.

**OP6.** De outra maneira.

**P.** E daí a partir desse momento, você começou ah... o que quê você começou a perceber em termos de física ali na máquina, o que quê chama a atenção?

**OP6.** O que chama atenção, (pausa), ah... eu acho que a parte hidráulica né.

**P.** Parte hidráulica.

**OP6.** Isso.

**P.** Aonde que ela tem parte hidráulica?

**OP6.** É na frente, nas dobradeiras, é tudo hidráulico, a parte de engrenagens também eu não tinha parado para pensar. Tudo isso aí tem na máquina.

---

**P.** Você sente falta de algum conhecimento de física pra poder operar essa máquina?

**OP8.** Não

**P.** Incluiria algum conhecimento de física em algum curso de treinamento?

**OP8.** Eu acho que seria importante, podia até ser importante.

**P.** Nossa que bom, puxa. Qual você acha que seria interessante?

**OP8.** Conhecimento de física.

**P.** É o que quê você acha que seria interessante incluir num curso de treinamento pra um pessoal que está entrando. Por exemplo, está entrando pessoal, essa semana entrou um pessoal novo e daí você está, daqui algum tempo você já vai estar numa situação de estar ensinando o pessoal, talvez já esteja hoje, dois anos já foram, já tem condição de orientar pessoal que entra, daí vai ser feito um curso de treinamento, você disse que seria interessante algum conhecimento de física, qual conhecimento você acha que seria interessante?

**OP8.** Pra ensina pra eles?

**P.** É, seria bom que eles soubessem de física pra trabalhar nessa máquina, seria bom que eles soubessem isso e isso.

**OP8.** Bom, eu acho que o básico, sistema de energia, mecânica, temperatura, as resistências, como é que funciona tudo, o material que é derretido né, que passa por uma série de processos, entra granulado, sai pastoso eu acho que isso é básico.

**P.** Legal.

**OP8.** É o principal.

**P.** Tá jóia. Agora mais uma coisa.

**OP8.** Mas o principal é temperatura, que sem temperatura, sem energia a máquina não funciona, né.

---

**P.** A respeito do questionário, aqui você descreve, e depois esse daqui você fez, esse aqui baseado na tua memória antes de olhar.

**OP8.** É, não olhei lá.

**P.** Então veja só, meio físico que diz respeito ao movimento, movimento periódico, massa de um corpo potente.

**OP8.** Movimento periódico eu não entendi muito bem, é aquele movimento digamos assim, que a máquina faz é, digamos a máquina trabalha a noite inteira doze horas praticamente, então ela faz um movimento periódico o tempo todo né, eu calculo que foi isso, é isso né.

**P.** Tá. De onde é que você tirou essa, da tua memória que veio isso daqui movimentos periódicos?

**OP8.** Foi.

**P.** Você tirou justamente pelo fato de que a máquina vai...

**OP8.** Ela trabalha, ela fecha, ela fecha ela abre, de cada digamos, trinta segundos, ela abre e fecha a noite inteira.

**P.** É repetitivo né, a cada tempo de intervalo bem certinho ela...

**OP8.** A cada trinta segundos.

**P.** A cada trinta segundos você tem que estar atenta porque você tem que tirar uma peça ou abrir uma coisa ou fechar uma válvula, alguma coisa desse tipo pra continuar funcionando.

**OP8.** A gente também faz movimentos periódicos, também tira peça, põe no arramado e tira de novo e abre e força.

**P.** Chega no final do dia você está com dor nas costas de tanto ficar girando né, ficar rodando. Máquina simples, temperatura, dilatação térmica, ruídos, dispositivo de manobras, resistência elétrica, temperatura...

**OP8.** É isso que eu queria falar também, esqueci de falar dos ruídos também, que tem grande importância aqui também, a gente ali... é o protetor né, eu acho que é a área que tem mais ruído é a das injetoras.

**P.** Aqui também na parte de metalurgia, também é pesado aqui, essa parte de trabalhar com injetora é pesado.

**OP8.** Dizem, que é o lugar que tem mais ruído é ali.

---

**P.** Com relação ao questionário, eu vejo aqui que você consegue identificar uma série de coisas de física.

**OP8.** Olhando aí, eu não li nenhum livro, mas eu vendo assim pensando, agora não sei, pode até ser que eu respondi alguma coisa errada, mas olhando o tópico, eu acho que deu pra responder, mas a maioria eu não sei.

**P.** Exato. O que eu queria, na realidade, isso daqui, eu queria que você comentasse um pouquinho é o seguinte. Nessa coluna aqui, seria útil saber, aqui você tem por exemplo, potência de dez, não esta presente e você acha que não seria útil saber. Essa daqui por exemplo, construção de gráficos, não esta presente e você acha que seria útil saber, interpretação de gráficos não esta presente e seria útil saber, então tem uma série delas que você diz: essa daqui não esta presente mas seria interessante saber, e esta não esta presente e não precisa saber. Que critério que você usou pra poder fazer essa seleção, entre o que seria útil saber, e o que não seria interessante saber?

**OP8.** A eu acho que, digamos ali, potência de dez eu fiz, que não seria útil saber, eu acho que não tem nada a ver, conforme o tema eu acho que tem coisas que você não usa ali.

**P.** E por exemplo construção de gráficos, interpretação de gráficos, lá na tua máquina não precisa, mas você acha que seria interessante saber, porque?

**OP8.** Seria importante, porque lá na máquina não tem, mas digamos tem, às vezes é feito, tem gráficos aí mostram né, digamos assim como é que está a venda do mês, mas eu acho que seria importante você conhecer e de repente até aprender a fazer. Tem dado muito também sobre refugos, né, o índice de refugos, é feito um gráfico lá, se o índice digamos assim de uma semana abaixou ou aumentou, eu sei que tem mais não sei como é que funciona.

**P.** E daí você acha que seria interessante saber como...

**OP8.** Como funciona.

**P.** Como funciona pra poder interpretar o gráfico.

---

**OP10.** Eu trabalho em, nas injetoras, né. Trabalho com plástico, toda a operação. O processo da máquina?

**P.** É o...o quê que você faz. Descreva a tua atividade?

**OP10.** Eu, classifico as peças, reparto(?), vejo os defeitos dela, e a máquina, ela tem uma, uma programação né, inclui, velocidade, é, aceleração também né, tudo, e a...o processo das peças também, eu achei que seria assim, tipo,...é que eu achei que teria alguma coisa a haver com (?), as peças, elas caem, e tem um recipiente que elas caem dentro desse recipiente, é, a máquina também tem um termômetro, temperatura, trabalha com temperatura né, a máquina, o quê mais?...Pressão, força, ...

**P.** Aí como é que, como é que é a rotina da máquina?

**OP10.** A rotina da máquina é, bem, ciclo né, tem o tempo do ciclo, quando a máquina abre o molde, a primeira porta abre, depois o, o molde, eu retiro as peças, (certo) fecho novamente a máquina né, e vou verificar as peças. Em seguida eu vou rebarbar com uma faca, depois coloco num recipiente. E assim é o ciclo de um ao outro né. Sempre assim.

---

**P.** Nossa Senhora, é uma coisa assim que é, essa física que você falou aí, que você, a física que você comentou, ao descrever a máquina, (sim) você aprendeu, você consegue estabelecer uma relação entre essas coisas que você vê na máquina, que você me descreveu, com aquilo que você estudou na escola?

**OP10.** Assim, explicar. A queda livre eu achei que era isso, a peça caindo. Mas também não é. Que a queda livre, ela sobe também, né a gente joga, ...então ali ela só cai. Eu deduzi, mas quem (?) foi você. É, força de atrito, é uma força, uma força, ...(riso) eu achei assim uma força assim, do molde assim, né. Mas também não é né?

**P.** A força de atrito é uma força, uma peça (uma com a outra) uma peça roçando na outra. Uma peça, então daí pra isso que tem em alguns lugares aí dessas máquinas, elas têm rolamentos. Porque daí se você não mancar(?) o seco né, assim não (?) daí ele dá atrito, então daí ele acaba desgastando a peça. Nos pistões ali, porque ali tem, tem a parte hidráulica dos pistões, ali né. Então ali os pistões eles têm óleo sempre né.

**OP10.** Têm. têm.

**P.** Pra poder lubrificar, porque se ele atravessar no seco, ele acaba raspando a peça, ele vai, então daí dá atrito ali, né.

**OP10.** Agora eu deduzi também, muita coisa assim que a injetora, a máquina ela tem muita coisa, tudo aí, que está aí, mas pra eu explicar isso pra você é complicado, pra mim. Eu sei que elas têm. Né, que eu se for pra desmontar aquela máquina e olhar tudo, o que elas têm ali. Eu acho que só um mecânico. Ou um eletricista, ele iria saber.(?)

---

**P.** Tá legal. A respeito do questionário, você tinha, você começou a comentar alguma coisa a respeito do questionário né, ou não? O quê que você quer falar a respeito dele?

**OP10.** Risos. O quê que eu quero falar?

**P.** Pode.

**OP10.** Deixa eu dar uma olhadinha. (pausa) Eu queria dizer, o quê que tem a haver,...acústica, uma coisa que tem bastante a haver com a gente né? Aquele som,...Que a gente trabalha. Tem bastante a haver. Campo elétrico, isso aqui eu não consegui responder, olhe que eu fiz uma pesquisa lá e não consegui, porque também tem importância saber...Eu comecei e não terminei porque eu queria saber que, eu acho que tem a haver com o que eu faço, ...(p) E as leis de Newton. Eu botei aqui uma coisa que eu estudei, mas não sei se tem a haver com o, com o que eu faço. As leis...Eu não sei se tem a haver, o quê que é. Ôpa.

**P.** Não, pode. Porquê que a parte de força você está usando lá...

**OP10.** Uso, a medida de força,...

**P.** Também, primeira lei de Newton, que é a parte de inércia. Isso tem a...a terceira lei de Newton que é ação e reação.

**OP10.** É, eu li em uns livros lá em casa.

**P.** Ali aparece né, uma coisa ...

**OP10.** Equilíbrio de partículas.

**P.** Equilíbrio de partículas é uma coisa que é condição de equilíbrio de ficar estável, a massa, veja só, eu estou me baseando na máquina que eu vi, que eu vi agora pouco a máquina que a Janete está operando agora.

**OP10.** Não são muito diferentes.

**P.** É. Então daí veja só, aquela máquina, ela tem uma estrutura metálica, uma estrutura bastante forte pra poder agüentar a pressão. Certo? Então daí você imagina o seguinte: a máquina, tem aquele, tem o injetor que não faz força, ele só tem a pressão interna daquela pasta. Tá. Que joga lá. Então daí ele tem que injetar e aquela outra, a hora que coloca ali ele vai fazer uma pressão bastante forte, e a outra parte tem que segurar. Ali tem toda uma estrutura, pode ver que ela é bem(?) tem uma parte de treliçado ali né, uma estrutura metálica bastante forte. Então ele tem que ter uma certa estrutura pra poder agüentar essa pressão. Se é do mesmo jeito, tem uma série de alavancas ali nessa hora que começa a vir pra frente ela abaixa né, vai abaixando e também, e daí trava, né. Se isso daqui não agüentar, ele se solta e vem tudo pra trás.

**OP10.** É, esse é o travamento da máquina.

**P.** É o travamento, então daí, veja só, tem aqui é equilíbrio, ...

**OP10.** O travamento da máquina é equilíbrio. Ah, que legal!

**P.** É, ele tem a parte de equilíbrio. Tem a parte, alguma coisa assim que eu não sei onde é que está agora né,(Tá.) que seria a parte de alavancas , ali tem bastante alavancas. Porque com a alavanca Você consegue aumentar a, a força que está fazendo. Então às vezes ele está fazendo uma forcinha de nada, aqui, tá, aqui nessa ponta, e uma força grandona lá do outro lado. Então às vezes se a máquina está querendo jogar só uma distanciazinha pra frente mas com bastante força, a gente pode fazer uma alavanca aqui e jogar pra lá e ele empurra com força aqui, com bastante força aqui, e encosta o molde lá na frente e trava. Tá, então tem bastante alavanca.

**OP10.** Eu, vai que tem muita coisa a haver assim com a máquina, mas eu não sabia assim, sabe, eu explicar, eu que pensei.

---

**P.** Certo, mas agora por exemplo a parte de temperatura, ela usa bastante. Nível de temperatura. Usa de termômetro que você usa lá, ou de sensor, não sei quê tipo de termômetro que você usa lá?

**OP10.** Tem aqueles termômetros da máquina assim. Que está lá.

**P.** Você sabe como que é aquele termômetro?

**OP10.** Eu não.

**P.** É termopar?

**OP10.** Eu não sei como é que ele funciona? (risos)

**P.** É termopar, aquilo lá né.

**OP10.** Só sei que tem lá.

**P.** Então o termômetro que é na base de termopar, eles são apenas dois fiozinhos enrolados um no outro. É uma coisa assim bem simples, são dois fios diferentes, que daí os dois fios diferentes quando eles são enrolados assim , eles entram em contato, ele, aparece uma, uma voltagem entre os dois. Entre os dois fios. A máquina lá do outro lado, aquele sensor, ela pega, os dois fios, às vezes é um de (?) e outro de cobre. Ou é ferro e níquel. Alguma coisa desse jeito é que são os dois fios que estão lá, na hora que aquece, um fica com uma voltagem e o outro fica com outra voltagem. Então daí dá uma diferença de voltagem ali, ali entre os dois fios. A máquina que está lá, o seu computador, ele consegue transformar aquela diferença de for..., de, de voltagem em temperatura. Ele faz com que aquela diferença de voltagem corresponde a uma certa

temperatura. Se aumentar a temperatura, aumenta a diferença de voltagem. Então daí , é tudo coisa que foi calibrado antes né. Mas que funciona desse jeito.

**OP10.** É, daí faz parte da manutenção. Então é eles que fazem...

**P.** Eles que sabem essa calibração.

**OP10.** É, a calibração é deles.

---

**P.** Tá, então a parte de dilatação térmica lá, acontece. Tá. O, tanto é que tem que ter, o cuidado, porque a hora que você está , está quente ele está numa certa dimensão, (?) está mais, está maior depois a hora que resfria ele tem que chegar no tamanho da peça. Isso é tudo(?)

**OP10.** Isso. A gente faz uma regulagem pra peça sair, cem por cento.

**P.** Certo.

**OP10.** Se não estiver correto alguma coisa ali, a peça sai ...

**P.** E qual, daí tem, você mesmo faz o teu controle de qualidade né?

**OP10.** Isso.

**P.** E daí você tem as exigências, no teu caso ela é noventa por cento, feinha passa né, Noventa por cento. Agora quando você está trabalhando com peça externa, é cem por cento né? Ainda mais peça do tipo cristal, que daí fica muito fácil de ver o defeito né?

**OP10.** É legal, gostei. (risos)

---

**P.** Para começar a trabalhar você teve algum treinamento específico?

**OP11.** Tive.

**P.** Que treinamento você teve?

**OP11.** Eu fiz treinamento com o pessoal dali, fiquei um mês, um mês e pouco com uma pessoa que sabia, que já trabalhava no local para me ensinar tudo, todos os macetes.

**P.** E teve algum treinamento da empresa?

**OP11.** Nós tivemos treinamento de ... tivemos assim no caso para ... como eu posso dizer, manuseio de produtos químicos, eu fiz cursos, não foi exatamente um treinamento, foram cursos que foram passados para nós. Sobre pintura, eletrostática, a pintura é a base de eletricidade também, então todos esses cursos a empresa passou para nós. Teve mais, foram oito (?) cursos que passaram para nós.

**P.** Tinha conteúdo de Física nesses cursos?

**OP11.** Tem.

**P.** Que conteúdo de Física que apareceu?

**OP11.** Principalmente nesse da pintura e eletrostática, eletricidade, eletricidade estática ... (pausa) no negócio de manuseio eu não me recordo o que possa assimilar ele com Física.

---

**P.** Ali tem parte de eletricidade também, como funciona ...

**OP11.** Eu sei te explicar a pintura, a pistola eu sei te explicar, agora o resto, a parte de turbo, ali, eu nem ...

**P.** Eu estou dizendo é o seguinte, eu já vi que a placa é eletrizada, como é que ela fica eletrizada?

**OP11.** A nossa pistola ela libera uma carga positiva, e a corrente que transporta, transportadora ela é negativa, então uma vez passada a pistola ali dá uma carga eletrizada na peça, aonde a tinta gruda.

**P.** A tinta é positiva então.

**OP11.** É.

**P.** Como é que ela fica eletrizada ?

**OP11.** Olha eu não sei te dizer o nome do aparelho que eletrifica ela, até era para mim perguntar porque eu sabia que ia cair alguma coisa disso daí, mas eu acabei não perguntando. Nós temos um aparelho ali atrás aonde ele tem dois microampere e quilovolt. Então parece que para cada 5 microampere, cada um ou dois dá 25, 30 quilovolt, é aonde que eletrifica, se esse aparelho estiver desligado não eletrifica.

**P.** Ele pinta, mas a qualidade ...

**OP11.** A tinta não dá uma aderência boa e você perde praticamente 50% da tinta que sai da pistola e uma vez eletrificado você tem um aproveitamento de 80 a 90% da tinta.

---

**P.** Eu andei ontem, já umas 2 ou 3 vezes eu fiquei de passar lá e ontem eu entrei, eu nunca tinha entrado lá nas câmaras, na parte toda, eu achei muito interessante de ver isso daí.

**OP11.** Isso na pistola, daí tem o ... pelo menos foi o que me falaram, os robôs digamos que trabalham sozinho, aquele ali me parece que trabalha com 220 quilovolts, a gente tem como norma nunca entrar naquela salinha quando o aparelho está ligado, senão você leva um choque ... então ali a eletricidade é muito mais alta. Nos robôs, na pistola é mais baixo.

**P.** A pistola fica lá no fundo?

**OP11.** Lá no fundo, é a última.

**P.** Aquela pistola manual também é eletrizada?

**OP11.** É, também é eletrizada, foi dela que eu fiquei no início.

**P.** O pessoal que fica ali tem que ficar num lugar isolado.

**OP11.** A gente usa botina eletrostática por causa de dar algum ... algum problema na caixa, então a eletricidade não para na gente ...vai estar com a pistola desligada segurando ela na mão, ela tem 3 cabos, o ar, a tinta e o cabo da parte elétrica, daí se acontecer da gente tomar um choque simplesmente passa direto, não sente.

**P.** Dá uns tremelique ...

**OP11.** Mas vai embora, não tem problema nenhum.

---

**P.** Agora, se você tivesse oportunidade de sugerir um curso, o que você solicitaria?

**OP11.** Assim, para o pessoal?

**P.** Para você.

**OP11.** Para mim?

**P.** Para você, para o pessoal, pensa em termos do que você faz, as suas necessidades e como você trabalha em equipe pensa na gente e nos outros colegas.

**OP11.** Se fosse para mim pedir um curso eu acho que eu pediria um curso para ... para ... agora você me pegou, não sei, de repente para entender a área melhor, tudo que ocorre na área. Ali a gente tem, a pintura eletrostática, a visualização ... estou dizendo assim, uma coisa que a gente já sabe, mas você fazendo um curso você pode aprender uma coisinha assim que ... simples, mas que ninguém pensa, então eu queria uma coisa ligada a nossa área.

**P.** Você colocaria alguma conteúdo de Física nesse curso, nessa idéia de curso?

**OP11.** Ah, com certeza, porque ... um dia desses precisaram, até inclusive colocaram um aparelhinho, é muito mais fácil, precisaram contar a quantidade de gancho que tinha naquela corrente porque a produção sendo por hora, na carga horária de produção, eles não contam, eles não podem se dar ao luxo de passar gancho perdido, passar gancho vazio que é peça que não é pintada, ai eles colocaram um aparelhinho para contar quantos ganchos tinham na corrente. Sendo que com um conteúdo de Física eu mesmo já sabia quando eles falaram eu falei, só não sabia ao certo, mas tem 650 a 680 ganchos, ai eles contaram e parece que deu 672 ganchos, eu cheguei na média fazendo uma conta, e eles levaram mais de 2 horas com a maquininha lá contando gancho por gancho.

**P.** O contador marca a peça e alguém tem que ficar olhando para ver a hora que repete a peça.

**OP11.** Exatamente.

**P.** Você já tinha matado o problema.

**OP11.** É.

**P.** Além desse ai que outros conteúdos de Física que você acha que seria interessante?

**OP11.** Eu queria mais assim aprimorar na parte da eletricidade, parte elétrica da pintura, ali eu acho muito importante, gostaria muito, se fosse possível ministrar um curso ai, não para entender assim o que está acontecendo que eu já sei, mas por que está acontecendo, como?

---

**P.** Você quer ficar mais alguns dias para fazer e me devolver na 2a feira, domingo?

**OP11.** Se tiver importância para você eu fico e termino.

**P.** Mas veja se você tem tempo, se tem interesse de fazer isso daí. Da minha parte é interessante porque fica completo, agora isso significa que você vai ter que trabalhar mais um tempo nisso daí, precisa ver se você está com disposição, senão ...

**OP11.** Eu fico, não tem problema.

**P.** Porque daí fica completo. Aqui eu consigo, pelo que você está dizendo tem uma série de conteúdos que você consegue identificar.

**OP11.** Exatamente, até eu queria explicar para você, tem alguma coisa que não está ligado diretamente a mim, mas que eu estou passando perto, estou vendo o que está acontecendo, então eu peguei e marquei ai. Por exemplo, pressão, a pressão que eu marquei aqui é a nossa pressão, a gente trabalha com ar ai, não pressão atmosférica, inclusive nem tem ai pressão atmosférica.

**P.** Essa parte de pressão nessa linha usa direto.

**OP11.** Usa direto.

**P.** É tudo quanto é ponto tem alguma coisa ligada a pressão.

**OP11.** Exatamente, tem.

**P.** Se você achar que dá para fazer você fica com o envelope, preenche e devolve.

**OP11.** Tem uma aqui que seria útil saber, a potência, conservação de energia.

**P.** Tá legal, além disso daí você tem ... da minha parte seriam essas as perguntas, eu quero saber se você tem mais algum comentário, alguma coisa que você gostaria de saber, que gostaria de perguntar, agora é sua vez de fazer algum comentário.

---

**P.** Se você fosse fazer alguma indicação de curso, você incluiria algum conhecimento de Física ?

**OP12.** Com certeza.

**P.** E que tipo de conhecimento de Física que você sugeriria, que você acha interessante que o pessoal da tua área tivesse conhecimento, ou reavivar ?

**OP12.** Eu acho que da nossa área todos aqueles que a gente citou, peso, massa, volume, pressão, Mecânica, eu acho que seria muito interessante porque ajudaria diretamente no dia a dia, já que você usa muito esse conhecimento ali, fica o tempo todo usando, então seria uma indicação a parte de Física nesse sentido.

**P.** E teria algum outro mais geral mesmo que você não estivesse utilizando ?

**OP12.** Eu acho que a parte de movimentação, aceleração, velocidade, tempos e medidas você também utiliza no dia a dia em qualquer setor da fábrica, porque linha de montagem você tem uma esteira e um ... uma velocidade X por minuto, então a partir do momento em que a pessoa saiba que dentro de um metro você tem tantos produtos, ele vai saber que hora ele tá conseguindo fazer tantos produtos e como ele deve de proceder com o movimento dele ali naquela montagem, mais rápido, menos rápido, isso de certa forma poderia ser até geral que estaria auxiliando muito .

---

**P.** A respeito do questionário, a gente está bem no finalzinho, a respeito do questionário que você respondeu, escreveu, aqui você coloca uma série de coisas que você disse que seria útil saber, tem alguns outros que você coloca não sei.

**OP12.** É como eu falei, eu imaginei assim, se eu coloco não, subtende-se que eu sei do que eu estou falando, se eu coloquei não sei ... é como você falou, eu preciso que você faça um trabalho para mim com toda sinceridade, se for para mentir não tem validade, ai eu acabo com o seu serviço.(risos)

**P.** Depois de você ter respondido esse questionário, você respondeu durante um, dois dias, ficou mexendo com ele ...

**OP12.** Domingo e segunda feira.

**P.** Você conseguiu, voltando para a máquina, você conseguiu identificar na máquina alguma dessas coisas que você declarou que não sabia?

**OP12.** Alguma ... olha, a maioria eu fiquei mesmo com o não sei, e no caso aonde eu consegui abrir mais, isso realmente ali estava identificando.

**P.** E você coloca por que seria útil saber, por que você faz essa seleção?

**OP12.** Eu seleciono porque a partir do momento em que você tá digamos utilizando, você precisa ter conhecimento no caso a respeito ... por exemplo, movimento circular, então eu utilizo o dia inteiro, não nessa máquina, mas na outra máquina eu sei que é utilizado, eu já trabalhei na outra máquina, então se você não souber nada sobre movimento retilíneo uniforme ... e você está usando ali, então eu coloquei seria útil saber em todos aqueles itens que nós utilizamos no caso diariamente, no caso cada vez você aprende mais e você pode pegar o conhecimento no caso e aplicar ali direto.

---

**P.** Tá. A parte de física, Você...que lembrança que você tem da parte de física? Você fez a...que ano que você terminou?

**OP13.** Terminei faz um ano e pouquinho.

**P.** A conclusão foi em 96?

**OP13.** Noventa e seis.

**P.** A parte de física, você lembra de alguma coisa? O quê? Digamos, quê coisa que você se lembra dos estudos de física?

**OP13.** Bom, daquilo que eu mantenho no dia-a-dia, aí, né, que é a temperatura, volume, massa...e umas parte de força, né. É campo de força, esses negócios. Lembro bem. E...é...como é que diz, é...velocidade né. Temperatura, quê mais? É saída, chegada do...é queda também do corpo né. Isso tudo eu me recordo um pouco ainda.

**P.** Tá, vocês iam, quando você estava estudando vocês, tinha um horário definido pra ir pra aula, como que era como que é o esquema?

**OP13.** Não, é definido. Eu saía daqui né, fazia um lanche no refeitório. E ia das cinco às oito né.

**P.** Todo o dia?

**OP13.** Todo o dia.

**P.** A semana toda?

**OP13.** A semana toda.

**P.** E daí, em quanto tempo vocês eliminavam cada disciplina?

**OP13.** Ah, na base de três meses.

**P.** Três meses...

**OP13.** É o, o estudo mais puxado né. Assim, ele pega só os conteúdos da matéria, a gente não estuda a matéria do começo ao fim né. Eles pegam só as coisas mais importantes, pra gente estudar, sabe? Não assim, como você fazer um colégio regular né, que você, desde o começo, até o fim né. Ali a gente via assim só os, os negócios mais importantes né.

**P.** É, e o quê que, o que você, dessas coisas mais importantes, o que você se lembra? Parte de mecânica, de movimentos...

**OP13.** Movimentos, mecânica, é...temperaturas né, evaporação, ponto de evaporação de...de gases, esse negócio né. (pausa) Assim, de cabeça, assim é difícil. A parte mais importante que eu prestava a atenção é a parte de eletricidade, campo de força, esses negócios ...

**P.** Eletricidade foi dado em física também?

**OP13.** Foi dado em física.

**P.** Ah, tá.

**OP13.** Eletricidade, força e é...negócio de resistência, né. Resistência de energia, de ferro, de chuveiro, esses negócios. A potência deles.

**P.** Forçando vai...

**OP13.** Vai lembrando.

---

**P.** Olhando, trabalhando na máquina, você, você na máquina, nas máquinas que você operou, né, você consegue perceber a física que está presente nelas?

**OP13.** É, só eu, essas partes que, que eu anotei, né, ali nessa ficha. Bastante temperatura, pressão, é, massa, volume. Tempos.

**P.** É, a física que você aprendeu quando você estava fazendo supletivo, a física que você aprendeu na escola te ajudou a entender a máquina?

**OP13.** Ajudou. Ajudou bastante. A compreender melhor, a principalmente, vamos supor, você vai fazer um teste de material aí, ele manda a forma pra gente né. Daquela forma a gente tem que, saber o volume, tem que saber o tanto de material que vai dentro do, no produto. E quê, e tudo a gente faz o cálculo né. Então com a, com o novo estudo sobre química, então, melhorou bastante, né. Facilitou bastante a gente aí. A fazer esses cálculos né.

---

**P.** Mas, tá, é, ...aí, física na escola, você fez o supletivo e teve alguns conhecimentos de física, você já me disse que, que as aulas de física eram mais, direcionadas né. Algo assim mais, selecionado, né? É, imagine que você possa ter uma pos...que seja dada a possibilidade pra você organizar um programa de física. Mesmo que seja pro pessoal aqui do (?). Tá, o quê é que você sugeriria como programação? O quê que você acha que seria importante pra trabalhar nesse tipo de indústria?

**OP13.** Bom, no quê eu faço, seria importante, isso aí que eu já relatei né. E conhecer também sobre, eletricidade né. Sobre condutores, condutores, campos elétricos, esse negócio. E, conhecimento geral que a gente já, relatou né, que é que a gente faz né. Mexer com a máquina, volume, pressão hidráulica, esses negócios.

---

**P.** Aqui, aqui, falando um pouquinho do questionário né, como você viu aqui tem assunto que não acaba mais né? Tá uma boa parte desses assuntos aqui, você está dizendo que você não sabe. Tá. Que é uma coisa assim que você, ou não se lembra, ou não sabe, ou não está usando, então realmente passa...

**OP13.** Foge mesmo da memória.

**P.** Ah, foge mesmo da memória né. É, aqui pelo que a gente está vendo aqui, uma, uma pequena parte disso daqui você acaba utilizando, ...

**OP13.** Acabo utilizando.

**P.** E, e na tua opinião porquê que a gente trabalha essa montoeira de assuntos? Pra quê que serve esse resto de assuntos?

**OP13.** No, no trabalho em si?

**P.** É. Ou, no trabalho, na vida, porque tem bastante coisa que a gente acaba, algumas coisas que você aprendeu, que você ouviu, que acaba às vezes, não se lembrando, mas se mexer na apostila vai aparecer, lá que falaram pra você né. Qual é a utilidade desse, na tua opinião, qual é a utilidade dessa série de outros assuntos?

**OP13.** Ah, eu acho muito importante né, que a gente mexia antes bastante, mas não sabia. O negócio de eletricidade, de resistência, resistência de um chuveiro, de um ferro elétrico. A gente, eu mesmo sempre fui curioso em mexer com isso daí né, mas só que não sabia da potência deles, não sabia pra o quê servia né. Então, tudo a gente, eu fiquei sabendo né o, o, tudo aquilo, o sobre a, vamos supor, você vai mexer com um fio elétrico, que não sabe a potência dele, não sabe pra quê que ele serve e, não sabe. Então achei muito interessante essa parte aí né. E, sobre campos elétricos, também que, eu pensei, falava em campo elétrico aí eu falei não, lá tem eletricidade mas não é um campo elétrico, da própria natureza né. Daí eu que eu misturava né, campo elétrico com eletricidade. Não tem nada a haver, né. E daí, achei muito importante também isso daí.

## Bibliografia

- ALTHUSSER, Louis. **Aparelhos ideológicos de estado: nota sobre os aparelhos ideológicos de Estado (AIE)**. 2.ed. Rio de Janeiro, Graal, 1985.
- ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao trabalho, ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho**. 4.ed. São Paulo, Cortez; Campinas, SP, Unicamp. 1997.
- \_\_\_\_\_. **Os sentidos do trabalho, ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho**. 2. ed. São Paulo, Boitempo. 1999.
- ASSIS, Marisa de. A educação e a formação profissional na encruzilhada das velhas e novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar**. Petrópolis, RJ, Vozes. 1994.
- AZEVEDO, Tânia C. A. de Macedo e outros. **Ensino Médio e Profissionante: a formação básica em debate**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, VIII, 2000, Florianópolis. Atas do VIII EPEF, Florianópolis, SBF. VIII EPEF. 2000. p. 144.
- BASSALO, José Maria Filardo. **Nascimentos da Física (3500 aC. - 1900 aD.)**. Belém, EDUFPA. 1996.
- BOURDIEU, Pierre, PASSERON, Jean Claude. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. 2.ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves. 1982.
- BRASIL. Decreto nº 2.208/97, de 17 de abril de 1997. **Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394/96**.
- BRASIL. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**.
- BRASIL. Portaria nº 646/97, de 14 de maio de 1997. **Regulamenta a implantação do disposto nos arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394/96 e do Decreto nº 2.208/97**.
- BRASIL. Projeto de Lei 1603/96. **Dispõe sobre a Educação Profissional e organização da Rede Federal de Educação Profissional**.
- BRASIL. **Reforma do Ensino Técnico**, março de 1996. MEC/MTb. Brasília.
- BRASIL/MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, 1999.

- BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista, a degradação do trabalho no século XX**. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.
- BRYAN, Newton A. Paciuli. Mutações técnicas e organizacionais e o ensino tecnológico. **Cadernos Andes**. Brasília, Andes, n. 10, p. 71-78, 1993.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de, VANNUCCHI, Andréa. O currículo de Física: Inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, Instituto de Física UFRGS, vol. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.
- CATANI, Afrânio Mendes et al. Ensino de segundo grau e mercado de trabalho. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, INEP, v. 70, n. 165, p. 208-223, 1989.
- CEFET-PR. **Cursos Superiores de Tecnologia, o desafio de uma nova proposta**. Curitiba, CEFET-PR, mimeo, 2000.
- CHASSOT, Atico. **A ciência através dos tempos**. São Paulo, Moderna, 1994.
- CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo, Cortez, 1991.
- CORTELLA, Mario Sergio. **A escola e o conhecimento**. São Paulo, Cortez, Instituto Paulo Freire, 1998.
- CUNHA, Luiz Antonio C.R. **Política educacional no Brasil: a profissionalização no ensino médio**. 2. ed. Rio de Janeiro: Eldorado, 1977.
- \_\_\_\_\_. **Educação e desenvolvimento social no Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1979.
- CURY, Carlos R. Jamil. **Educação e Contradição**. 2.ed. São Paulo, Cortez, Autores Associados, 1986.
- DAL PIAN, Maria Cristina. O ensino de ciência e cidadania. **Em Aberto**. Brasília: INEP, n. 55, p. 49-56, jul/set, 1992.
- DE MASI, Domenico (org.). **A sociedade pós industrial**. São Paulo, SENAC São Paulo, 1999.
- DELUIZ, Neise. Formação do trabalhador em contexto de mudança tecnológica. **Boletim técnico do SENAC**. 20 (1), p. 14/25, jan/abr, 1994.
- DOWBOR, Ladislaw. Educação Tecnologia e Desenvolvimento. In: BRUNO, Lucia (org.) **Educação e trabalho no capitalismo contemporâneo**. São Paulo, Atlas, 1996.
- FERNÁNDEZ ENGUITA, Mariano. **A face oculta da escola**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Trabalho, escola e ideologia: Marx e a crítica da educação**. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 1993.
- FERRETTI, Celso José. Formação profissional e reforma do ensino técnico no Brasil: anos 90. **Educação e Sociedade**. Campinas, SP, Cedes, v. XVIII, p. 225 a 269, 1997.
- FONSECA, Celso Suckow da. **História do ensino industrial no Brasil**. Rio de Janeiro, Escola Técnica Nacional, 2 v, 1961.
- FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências, introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo, UNESP, 1995.

- FRANCO, Luiz Antonio Carvalho. **O Ensino técnico industrial federal - das Escolas de Aprendizizes Artífices às atuais Escolas Técnicas Federais**. São Paulo, CENAFOR, 1985.
- FRANCO, Luiz Antonio Carvalho, SAUERBRONN, Sidnei. **Breve histórico da formação profissional no Brasil**. São Paulo, CENAFOR, 1984.
- FRANCO, Maria Aparecida C., FRANCO, Maria Laura P. B. O ensino de 2º Grau: trabalho e educação em debate. **Cadernos CEDES**. São Paulo, Cortez, n. 20, 1988.
- FRANCO, Maria Laura P. Barbosa. O ensino de 2º Grau: democratização? Profissionalização? Ou nem uma coisa nem outra? **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, Fundação Carlos Chagas, n. 47, p. 18-31, 1983.
- \_\_\_\_\_. Avaliando o ensino médio no Brasil com vistas a uma nova estrutura educativa. In: KUENZER, Acácia Z. **Educação e Trabalho**. Salvador, Fator, 1988.
- \_\_\_\_\_. **Ensino médio: desafios e reflexões**. Campinas, SP, Papirus, 1994.
- \_\_\_\_\_. Qualidade total na formação profissional: do texto ao contexto. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, Cortez/Fundação Carlos Chagas, n. 92, p. 53-61, 1995.
- FRIGOTTO, Gaudêncio et al. Programa de melhoria e expansão do ensino técnico: expressão de um conflito de concepções de educação tecnológica. **Contexto e Educação**. Ijuí, RS, UNIJUÍ, n. 27, p. 38-48, 1992.
- FRIGOTTO, Gaudêncio. Trabalho e educação: formação técnico profissional em questão. **Cadernos Andes**. Brasília, Andes, n. 10, p. 62:70, 1993.
- \_\_\_\_\_. Educação e formação humana: ajuste neoconservador e alternativa democrática. In: GENTILI, P., SILVA, T.T. (orgs.) **Neoliberalismo, qualidade total e educação**. cap. 2. Petrópolis, RJ., Vozes, 1996.
- \_\_\_\_\_. Educação, crise do trabalho assalariado e do desenvolvimento: teorias em conflito. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (org.) **Educação e crise do trabalho: perspectivas de final de século**. p. 25 a 54. Petrópolis, RJ, Vozes, 1998a.
- \_\_\_\_\_. A educação e formação técnico-profissional frente à globalização. In: SILVA, L. H. (org.) **A escola cidadã no contexto da globalização**. p. 218 a 238. Petrópolis, RJ, Vozes, 1998b.
- GADOTTI, Moacir. **História da Idéias Pedagógicas**. 5.ed. São Paulo, Ática, 1997.
- GAMA, Ruy (org.) **História da técnica e da tecnologia**. São Paulo, T. A. Queiroz, 1985.
- \_\_\_\_\_. (org.) **Ciência e Técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo, T. A. Queiroz, 1992.
- GARCIA, Nilson M. D. **Caracterização do ensino de física nas ETFs e CEFETs**. Encontro de Professores de Física das ETFs e CEFETs, IX, 1988. Atas, mimeo. Natal, ETFRN, 1988.
- \_\_\_\_\_. **A Física no ensino técnico industrial federal: um retrato em formato A4**. Dissertação de mestrado. IF-FE/USP, 1995.
- \_\_\_\_\_. **A reforma do Ensino Técnico: sua trajetória e seus impactos**. Belo Horizonte, UFMG, I CONED, 1996.

- \_\_\_\_\_. **Revoluções e novas teorias: do Renascimento à Idade Média ainda presente no século XX. Revista Educação & Tecnologia.** ano 1, n. 2, dez/1997. Curitiba, CEFET-PR, 1997.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo, Atlas, 1987.
- GOUVEIA, Aparecida Joly. (1994) Debate. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.), **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar.** Petrópolis, RJ, Vozes.
- GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). (1990) **Física.** São Paulo: EDUSP. 3 v, 1990.
- HESSEN, Boris As raízes sócio-econômicas dos Principia de Newton. In GAMA, Ruy (org.) **Ciência e Técnica: antologia de textos históricos.** São Paulo, T. A. Queiroz, 1992.
- HIRATA, Helena. Da polarização das qualificações ao modelo da competência. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar.** p. 128 a 142. Petrópolis, RJ, Vozes, 1994.
- HOBBSAWN, Eric. **Era dos Extremos: o breve século XX : 1914-1991.** São Paulo, Companhia das Letras, 1995.
- IRMÃOS MARISTAS. **Física curso colegial.** São Paulo, F.T.D., 1965.
- JDANOV, L. S; JDANOV, G. L. **Física para o ensino técnico especializado.** Moscou, Mir, 1985.
- KAWAMURA, Lili K. Ciência, tecnologia e educação nos 100 anos de República. **Proposições.** Campinas, SP, Unicamp; São Paulo, Cortez, n.2, p. 36-49, 1990.
- KUENZER, Acácia Zeneida e INVERNIZZI, Noela. **Impactos das mudanças tecnológicas para a educação do trabalhador.** Relatório de pesquisa, mimeo. Setor de Educação, UFPR, 1998.
- KUENZER, Acácia Zeneida. **Pedagogia da fábrica - as relações de produção e a educação do trabalhador.** São Paulo, Cortez, Autores Associados, 1986.
- \_\_\_\_\_. **Ensino de 2º Grau, o trabalho como princípio educativo.** 2. ed. São Paulo, Cortez, 1992a.
- \_\_\_\_\_. **Para estudar o trabalho como princípio educativo na universidade: categorias teórico-metodológicas.** Tese de concurso de professor titular. Curitiba, UFPR, 1992b.
- \_\_\_\_\_. **Projeto de Pesquisa - impacto das inovações tecnológicas sobre a educação do trabalhador em indústrias que usam procedimentos eletromecânicos em Curitiba.** mimeo. Curitiba, UFPR/SENAI-PR, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Ensino médio e profissional: as políticas do estado neo liberal.** São Paulo, Cortez, 1997.
- \_\_\_\_\_. Educação profissional: categorias para uma nova pedagogia do trabalho. **Boletim Técnico do SENAC.** RJ. v. 25, n.2, maio/ago, 1999.
- KÜHL, Júlio César Assis. Energia Elétrica. In: MOTOYAMA, Shozo (org.) **Tecnologia e Industrialização no Brasil, uma perspectiva histórica.** São Paulo, UNESP, CEE-TEPS, 1994.

- LANDES, David S. **Prometeu desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, desde 1750 até a nossa época**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1994.
- LANGEVIN, Paul. O valor educativo da história das ciências. In: GAMA, Ruy (org.) **Ciência e Técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo, T. A. Queiroz, 1992.
- LEITE, Elenice Monteiro. Reestruturação Produtiva, trabalho e qualificação no Brasil. In: BRUNO, Lucia (org.) **Educação e trabalho no capitalismo contemporâneo**. São Paulo, Atlas, 1996.
- LIMA FILHO, Domingos Leite Formação de Tecnólogos: Lições da Experiência: Tendências Atuais e Perspectivas. **Boletim Técnico do SENAC**. São Paulo, SENAC, 25 (3), 1999a.
- LIMA FILHO, Domingos Leite (org.) **Educação Profissional: tendências e desafios. Documento final do II Seminário sobre a reforma do Ensino Profissional**. Curitiba, SINDOCEFET-PR, 1999b.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986
- MACEDO, Horácio. **Dicionário de Física**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976.
- MACHADO, Lucília R. de Souza. **Educação e divisão social do trabalho**. 2.ed. São Paulo, Editores Associados/ Cortez, 1989a.
- MACHADO, Lucília R. de Souza. **Politecnia, escola unitária e trabalho**. São Paulo, Cortez, 1989b.
- MACHADO, Lucília R. de Souza et al. **Trabalho e educação - Coletânea CBE**, Campinas, SP, Papirus/Cedes; São Paulo, Ande/Anped, 1992.
- \_\_\_\_\_. Sociedade industrial x sociedade tecnizada: mudança no trabalho, mudança na educação. **Cadernos Andes**. Brasília: Andes, n. 10, p. 51-61, 1993.
- \_\_\_\_\_. Mudanças na ciência e na tecnologia e a formação geral em face da democratização da escola. In: **Trabalho, qualificação e politecnia**. Campinas, SP, Papirus, 1996.
- \_\_\_\_\_. Politecnia no ensino de segundo grau. In: GARCIA, W., CUNHA, C. (coords.) **Politecnia no ensino médio**. São Paulo, Cortez; Brasília, SENEb, 1991.
- MANACORDA, Mario Alighiero. **História da Educação, da Antiguidade aos nossos dias**. São Paulo, Cortez/Autores Associados, 1989.
- MANTOUX, Paul. **A Revolução Industrial no século XVIII: estudo sobre os primórdios da grande indústria moderna na Inglaterra**. São Paulo, Unesp/Hucitec, s/d.
- MEGID NETO, Jorge e PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de Física do 2º grau no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, Roberto (org.) **Pesquisas em ensino de Física**. São Paulo, Escrituras, pp. 5-20, 1998.
- MEGID NETO, Jorge. **Pesquisa em ensino de Física do 2º grau no Brasil, concepções e tratamento de problemas em teses e dissertações**. Campinas, SP. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1990.
- MORAES, Carmen Sylvia V. **A socialização da força de trabalho. Instrução popular e qualificação profissional no Estado de São Paulo - 1873 a 1934**. Tese de doutorado, FFLCH/USP, 1990.

- \_\_\_\_\_. **Política e formação profissional no Brasil e em alguns países europeus.** (primeira versão), mimeo, 1995.
- \_\_\_\_\_. Ensino médio e qualificação profissional: uma perspectiva histórica. In: BRUNO, Lucia (org.) **Educação e trabalho no capitalismo contemporâneo.** São Paulo, Atlas, 1996.
- \_\_\_\_\_. A reforma do Ensino Médio e a educação profissional. **Trabalho & Educação.** Belo Horizonte, Núcleo de Estudos sobre Trabalho e Educação, Faculdade de Educação UFMG, n° 3, pp. 107-117, jan/jul, 1998.
- MORAES, Carmen Sylvia V. e FERRETTI, Celso João (coords.) **Diagnóstico da formação profissional, ramo metalúrgico.** São Paulo, Artchip, 1999.
- MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** vol. 22, n. 1, março, p. 94-99, 2000.
- MOTOYAMA, Shozo (org.). **Educação técnica e tecnológica em questão. 25 anos do CE-EITEPS.** São Paulo, Unesp, CEETEPEPS, 1995.
- PEREIRA, Júlio Cesar R. **Análise de dados qualitativos, estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais.** São Paulo, EDUSP, 1999.
- PRESCIVALLE, Odair et al. **A função social do ensino técnico industrial de 2º grau: estudo sobre a condição e o comportamento do egresso de escolas técnicas em relação à educação e ao trabalho.** Brasília, INEP, 1985.
- RABONI, Paulo César de Almeida. **A fabricação de um óculos: resgate das relações sociais, do uso e da produção de conhecimento no trabalho.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação/Unicamp, 1993.
- RIBEIRO, Maria Luisa Santos. **História da educação brasileira: a organização escolar.** 7. ed. rev. ampl. São Paulo, Cortez/Autores Associados, 1987.
- ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. **História da educação no Brasil.** 8.ed. Petrópolis, Vozes, 1986.
- ROPÉ, Françoise e TANGUY, Lucie. **Saberes e competências, o uso de tais noções na escola e na empresa.** Campinas, SP, Papirus, 1997.
- ROSEMBERG, Fúlvia. 2º grau no Brasil: cobertura, clientela e recursos. **Cadernos de Pesquisa.** São Paulo, Cortez/Fundação Carlos Chagas, n. 68, p. 39-54, 1980.
- ROSSI, Wagner Gonçalves. **Pedagogia do trabalho: raízes da educação socialista.** São Paulo, Moraes, 1981.
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia do trabalho: caminhos da educação socialista.** São Paulo, Moraes, 1982.
- SALM, Cláudio. **Escola e trabalho.** São Paulo, Brasiliense, 1980.
- \_\_\_\_\_. O Impacto das Novas Tecnologias e a Educação. **Idéias.** SP, Fundação para o Desenvolvimento da Educação, n° 15, 1992.
- SAVIANI, Dermeval. (1994) O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar.** p. 151 a 168. Petrópolis, RJ, Vozes, 1994.

- SCHEIBE, Leda et al. Estudar e trabalhar hoje para trabalhar e estudar amanhã: um breve estudo das representações de professores e alunos. In: MAFRA, L.A, CAVALCANTI, E.C. **O Ensino Médio no Brasil - da ruptura do privilégio à conquista do direito**, cap. VI. Brasília, INEP, 1992.
- SELLTIZ, Claire et alii. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. 2.ed. revista. São Paulo, Herder, Universidade de São Paulo., 1967.
- SENAI. DN. CIET. **Formas alternativas de organização dos conteúdos e processos de ensino-formação profissional**. pesquisa. Rio de Janeiro, 1998, 115 p.
- SHIROMA, Eneida Oto. Da competitividade para a empregabilidade: razões para o deslocamento do discurso. In LIMA FILHO, Domingos Leite (org.) **Educação Profissional, tendências e desafios. Documento final do II Seminário sobre a reforma do ensino profissional**. Curitiba, Sindocefet-PR, 1999.
- SILVA, Tereza Roserley Neubauer. 2º grau: É preciso enfrentar o desafio. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, Cortez/Fundação Carlos Chagas, n. 74, p. 76-79, 1990.
- SILVA, Tomaz Tadeu da. Produção, conhecimento e educação: a conexão que falta. **Educação e Sociedade**. São Paulo, Cortez. ano X, nº 31, p. 79 a 90, 1988.
- SILVA, Tomaz Tadeu da; MOREIRA, Antonio Flávio (orgs). **Territórios contestados, o currículo e os novos mapas políticos e culturais**. Petrópolis, RJ, Vozes, 1995.
- SILVA, Tomaz Tadeu; GENTILI, Pablo (orgs). **Escola S.A.: quem ganha e quem perde no mercado educacional do neoliberalismo**. Brasília, DF, CNTE, 1996.
- SOUZA, Nabiha Gebrim Ensino médio: uma nova concepção unificadora de ciência, técnica e ensino. In: GARCIA, W., CUNHA, C. **Politecnia no Ensino Médio**. São Paulo, Cortez; Brasília, SENEb, 1991.
- TANGUY, Lucie. Competências e Interação social. In: ROPÉ, Françoise e TANGUY, Lucie. **Saberes e competências, o uso de tais noções na escola e na empresa**. p. 167 a 199. Campinas, SP, Papirus, 1997
- THIOLLENT, Michel J.M. **Crítica metodológica, investigação social e enquete operária**. São Paulo, Polis, 1981.
- VARGAS, Milton (org.). **História da técnica e da tecnologia no Brasil**. São Paulo, UNESP/CEETEPS, 1994.
- VOLPATO, Maricília. **Trabalho e tecnologia: as percepções dos trabalhadores frente ao processo de inovação tecnológica - um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. Curitiba, CEFET/PR, PPGTE, 1999.
- WARDE, Mirian Jorge. **Educação e estrutura social: a profissionalização em questão**. 2.ed. ver. São Paulo, Cortez & Moraes, 1979.
- ZIBAS, Dagmar L. Ser ou não ser: o debate sobre o ensino médio. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, Cortez/Fundação Carlos Chagas, n. 80, p. 56-61, 1992.