

AFINAL, QUE ASSUNTOS DA FÍSICA ESCOLAR SÃO LEMBRADOS POR TRABALHADORES AO EXERCEREM SUAS ATIVIDADES EM UM PROCESSO PRODUTIVO INDUSTRIAL? ♦

Nilson Marcos Dias Garcia [nilson@ppgte.cefetpr.br]

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGTE/DAFIS [www.cefetpr.br]

INTRODUÇÃO

Diferentemente dos outros 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 como intervir 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 infundáveis 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).

Os dias atuais não fogem à essa regra e a educação, quer seja a escolar ou a não escolar¹, por ser um dos elementos constitutivos de uma sociedade, influencia e sofre influência do meio e do contexto em que está sendo, ou pretende ser, desenvolvida. Nesse sentido, não se pode deixar de registrar que as transformações pelas quais o mundo passa atualmente são de grande magnitude e se refletem com intensidade nas diversas formas de educação.

A respeito dessas transformações, características da Revolução Técnico-Científica vivenciada, e tecendo um paralelo com aquelas ocorridas no contexto da Revolução Industrial, Hobsbawm (1995:508) pondera que *“nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX”* e continua, ressaltando que apesar disso, *“nenhum período, desde a retratação de Galileu, se sentiu menos à vontade com elas”*, chamando a atenção para o fato de que, ao mesmo tempo em que ocorre uma rápida transformação da ciência dos laboratórios em produtos

♦ Este trabalho faz parte da pesquisa do doutorado do autor, realizado na FE-USP, sob orientação da profa. Dra. Carmen Sylvia Vidigal Moraes e defendido em 12/2000.

¹ Sobre essa distinção é interessante consultar o artigo de Dermeval Saviani, no qual ele explana a tendência atual de se entender como educação apenas a forma escolar, sendo que as outras formas de educação precisam ser adjetivadas como não formais, para serem enquadradas como educação.

tecnológicos, maior e mais rapidamente passa a ser o nosso afastamento do entendimento do funcionamento destes equipamentos.

Essa nova situação, como não poderia deixar de ser, tem reflexos em outros setores da sociedade, pois, ao incorporar um sem número destas inovações nas máquinas utilizadas para a produção industrial de bens, provoca também mudanças na organização e nas relações de trabalho, exigindo das pessoas, para a obtenção e manutenção de emprego, novos comportamentos e conhecimentos. Dessa forma, ao se pensar na formação escolar de hoje, tem-se que pensar também numa escolarização voltada ao desenvolvimento, entre outros, dos princípios gerais das ciências, assim como das suas aplicações, aspectos estes considerados essenciais para se evitar o alheamento que se pode sentir quando se tem pela frente, como ferramenta de trabalho, uma máquina que incorpora na sua operação e produção um sem número de novas tecnologias.

Entretanto, apesar da evidente participação da ciência na produção tecnológica do mundo de hoje e da Física ser uma das ciências que oferece uma boa sustentação para esse desenvolvimento, não têm sido freqüentes projetos de ensino dessa disciplina que contemplem de maneira significativa aspectos mais contemporâneos da ciência e da tecnologia². Aliás, a respeito do desenvolvimento dessa disciplina, 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.

Apesar dessas considerações, não se pode deixar de levar em conta que a docência de aulas de Física nas escolas de Ensino Médio brasileiras são uns dos poucos momentos em que a maior parte da população estudantil terá a oportunidade de acesso a esses conhecimentos e quer sejam atuais e contextualizados ou anacrônicos e desvinculados da realidade, constituir-se-ão no arcabouço conceitual que os acompanhará por toda a sua vida produtiva, haja vista a constatação de que o Ensino Médio é, ainda, para a maior parte da pequena parcela da população brasileira que chegou a esse nível de ensino, sua última etapa de educação formal. Em sendo assim, *“além dos conteúdos vivenciados na escola, como acréscimo, a esses alunos restarão apenas os conhecimentos adquiridos na universidade da vida, em cursos específicos ou de treinamento profissional para o desempenho futuro de quaisquer profissões”* (Garcia et al, 2000, p. 139).

Na expectativa de identificar quais desses conhecimentos escolares de Física ainda permeiam a atividade de profissionais com escolarização mínima equivalente ao Ensino Médio, foi desenvolvida, no âmbito de uma investigação de maior alcance³, uma pesquisa que teve como um de seus objetivos identificar os conhecimentos escolares de Física que se apresentam nas atividades profissionais dos trabalhadores de uma indústria de eletrodomésticos de linha branca (geladeiras e freezers).

² Sobre algumas dessas questões são interessantes os trabalhos de Megid Neto (1990), Carvalho (1996), Megid Neto e Pacheco (1998) e Moreira (2000).

³ A pesquisa em tela constituiu-se na atividade de campo do trabalho de doutorado do autor. Em processo recente, a continuidade da pesquisa está sendo amparada por financiamento do CNPq.

A INVESTIGAÇÃO

A pesquisa de campo foi realizada no segundo semestre de 1998 e se desenvolveu como um estudo de caso. 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, com a finalidade de apreender os conteúdos de Física presentes no processo produtivo sob óticas de diversos atores, que representam interesses e posições da Empresa em diferentes graus, dados os diversos cargos que ocupam na sua hierarquia funcional.

Os dados da pesquisa foram obtidos através de visitas ao chão da fábrica e da aplicação de **questionários** e de **entrevistas** semi-estruturadas realizadas com os funcionários da Empresa. As entrevistas foram gravadas e aconteceram nos mais diversos horários, pelo fato de a Empresa trabalhar em turnos. Basicamente, buscou-se informações sobre: 1) os assuntos escolares de Física dos quais os respondentes ainda se lembravam; 2) a identificação e a percepção dos mesmos na sua atividade profissional; 3) os conhecimentos requeridos para ingresso e treinamento na Empresa, assim como sugestões sobre a organização escolar de conhecimentos de Física.

O **questionário**, por ser extenso e exigir esforço de memória para que fossem estabelecidas as relações entre o conhecimento escolar do funcionário e o que acontecia na sua atividade profissional, era entregue ao respondente em média uma semana antes da realização da entrevista, o que lhe permitia melhores condições de respondê-lo. Neste, era possível a indicação de assuntos escolares de Física tanto a partir da **memória** do respondente quanto a partir do auxílio de uma **listagem** desses assuntos.

As **entrevistas**, por sua vez, além de outras questões, buscavam também a identificação de assuntos de Física presentes no exercício de sua função na indústria, e permitiam um melhor detalhamento de algumas das informações anteriores.

As análises desses dois instrumentos foram conduzidas de forma a explicitar: 1) os conhecimentos de Física presentes no processo produtivo da Empresa investigada; 2) os espaços de circulação desses conhecimentos; 3) o significado e a importância desses conhecimentos tanto para os trabalhadores como para a Empresa; 4) as percepções dos trabalhadores a respeito das práticas escolares relativas ao conhecimento de Física, e 5) o papel da escolarização e do conhecimento de Física na obtenção e manutenção do emprego, para os diferentes grupos de entrevistados.

Ao final do trabalho de campo, haviam sido mantidos contatos com trinta e sete funcionários, realizadas trinta e seis entrevistas e aplicados trinta e dois questionários, assim distribuídos: recrutamento de pessoas (2 pessoas - numa única entrevista), gerentes (3 pessoas), supervisores (5 pessoas), engenheiros de processos e produtos (3 pessoas), técnicos (4 pessoas), manutenção (6 pessoas) e operadores (14 pessoas).

Essas atividades permitiram, entre outras coisas, identificar uma série de informações sobre os assuntos escolares de Física que se encontram presentes nas atividades dos trabalhadores participantes da pesquisa, as quais passamos a apresentar.

A FÍSICA ESCOLAR 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 e também durante as entrevistas.

No **questionário**, havia dois momentos em que essa solicitação era feita. De início, o funcionário era convidado a escrever, na **questão 2**⁴, 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 nível⁵.

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, foi possível 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 era enfatizado que as respostas a esta questão deveriam ser dadas sem se recorrer a nenhum outro meio que não a própria memória, assim como convém também registrar que nas análises foi suposto que esta solicitação foi atendida pelos respondentes⁶.

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 posteriormente pudesse ser feita uma comparação entre estes tópicos indicados pela lembrança e aqueles indicados com o auxílio de uma listagem de conteúdos, procurou-se 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

⁴ Optei por manter a numeração original do questionário aplicado para que não se fizesse necessário uma série de explicações para se saber, posteriormente, a qual questão a análise está se referindo.

⁵ 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 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.

⁶ A análise do teor e da forma de escrita das respostas dadas a essa questão nos indicou, apesar de não haver garantia absoluta, que essa condição foi respeitada pelos respondentes.

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** e após ter sido feita a organização referida no parágrafo anterior, foi feita uma contagem da quantidade de vezes que assuntos de um mesmo tópico foram indicados. O resultado dessa contagem possibilitou que os tópicos de Física fossem ordenados pela quantidade de vezes que foram lembrados e permitiram a organização da Tabela a seguir.

Tabela 1

Tópicos ordenados pela quantidade de indicações, a partir da lembrança dos funcionários

Or-dem	Tópicos	Soma	Super-viso-res	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 Rotacões	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

Ordem	Tópicos	Soma	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
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:

- Os valores indicam número de citações nas respostas. O valor zero indica ausência de lembrança.
- 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. Conforme já foi 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 presença⁷.

De posse dessas respostas e após a aplicação de critérios metodológicos para tratamento de dados qualitativos (Pereira,1999), organizou-se a Tabela a seguir.

Tabela 2

Tópicos ordenados pela intensidade de presença, a partir de uma listagem de assuntos.

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

⁷ Para indicar a intensidade de presença, após o respondente indicar positivamente a presença de um assunto, ele registrava, na seqüência do questionário, se essa presença era por ele percebida como pequena, média ou grande. A essas respostas foi associada uma escala de Likert, atribuindo-se valor 0 à ausência do assunto, 1 para pequena presença, 2 para média presença e 3 para grande presença. Um tratamento aritmético com esses valores permitiu a ordenação dos assuntos apresentada nas tabelas.

Ordem	Tópicos	Média	Super- visores	Engen. Prod.	Técni- cos	Manu- tenção	Opera- dores
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 elétrôn. 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	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. Máximo valor igual a 3,0.

Analisando as duas tabelas, foi possível perceber que os 20 tópicos mais indicados, tanto por lembrança quanto por estímulo de uma lista, praticamente se repetiram, variando apenas sua posição relativa. Visando explicitar essa observação e propiciar elementos para novas análises, elaborou-se a **Tabela 3**, 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 3

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

Tópicos	Lembrança		Estimulado	
	Soma	Ordem	Ordem	Média
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 3**), 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 (**Tabela 1**), quanto por aqueles estimulados pela listagem (**Tabela 2**)

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 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 (1^a e 3^a),
2^a 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

A PRÁTICA TRANSFORMA A FÍSICA ESCOLAR EM REALIDADE

De posse desses dados, partiu-se para uma análise de justificativas para os resultados, haja vista que em diversos momentos das entrevistas, os trabalhadores, contrariamente aos resultados, indicavam que as atividades escolares eram superficiais e não desempenhariam influência significativa no seu conhecimento de Física e atribuíam grande responsabilidade do conhecimento que possuíam à sua vivência na própria fábrica.

Os dados constantes nas **Tabelas 1, 2 e 3** anteriores mostraram que os tópicos **Cinemática, Introdução** (à Física) e **1^a e 3^a 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, verificou-se 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.

Nesse sentido, há uma concordância com o explicitado a respeito da Mecânica, nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física, pois neles 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 detalhadas e abstratas de situações irreais, ou uma ênfase demasiadamente matematizada como usualmente se pratica no tratamento da Cinemática." (PCN - Conhecimentos de Física)

Dessa forma, é possível entender 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 evidenciada pelas opiniões de alguns deles, conforme se pode depreender de algumas 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.

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

OPI2. 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.

Observou-se 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, apoiando-se nos índices de diversos livros didáticos, é possível verificar 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, abordado, entretanto, com forte ênfase matemática e vinculado a uma série de "*descrições detalhadas e abstratas de situações irreais*", conforme já exposto no trecho dos PCN de Física apresentado. Não se pode negar, assim, que esse assunto seja abordado durante um grande período de tempo nas aulas, o que pode fazer com que seja mais facilmente lembrado do que outros.

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), observou-se 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.

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 1 e 2**. Considerando que a Introdução à Física, assim como a Cinemática é um assunto usualmente abordado no início dos cursos, pode-se supor 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 ter sido possível perceber, durante as 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, verificou-se também 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 visitas à fábrica, orientada por um supervisor de manutenção, teve-se a 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 pode ser então verificado, 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 **prensa 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 vazamento 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.

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, foram encontradas suas aplicações em algumas máquinas, principalmente nas termoformadoras.

Conforme o próprio nome sugere, a termoformadora 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. 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.

Outros tópicos bastante indicados foram os relacionados com a **Termologia**. Analisando-se a **Tabela 3**, 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 letivo⁸, 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, é possível crer 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 produzem, 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, 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. 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

⁸ 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 termologia, deixando por último o estudo do movimento vibratório e da acústica. Isto, porque:" e seguem-se as justificativas do autor.

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 pode ser considerado 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 apóia 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**, verificou-se, baseando-se nas respostas apresentadas pelos participantes da pesquisa, principalmente as que dependiam da memória, que a **Eletróstática** 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 se observou, 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 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 a atenção o fato de que, dentre os técnicos da Empresa com os quais se manteve 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. Sendo assim, pode-se perceber que o conhecimento exigido dos engenheiros e técnicos da seção de pintura era bastante específico e mais ligado às exigências do seu posto de trabalho do que à administração.

Para apresentar esse processo e mostrar como alguns conceitos de Eletrostática são nele aplicados, é significativa 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. 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. 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. 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 se pode 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 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, obtém 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 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, fatos que, sob alguns aspectos, podem passar totalmente despercebidos. O trecho de entrevista abaixo transcrito mostra essa preocupação vinda de um operador de máquina:

OP14. ... 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. Foi até possível 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 são transcritas algumas, segundo as quais eles só foram se preocupar com a Física presente nas máquinas que operam após a intervenção da pesquisa.

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.

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 leva a uma análise mais profunda que tente 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, 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 Ensino Médio (segundo grau), muitas vezes supletiva, mesmo tendo contato com estas máquinas, aparentemente não conseguem entender seus detalhes de funcionamento.

Nessas condições, pode-se 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 se argumentou. Somente a integração desses dois elementos pode possibilitar o entendimento dos processos de funcionamento das máquinas presentes na indústria.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Conforme apresentado, este trabalho relata parte de uma pesquisa mais ampla, desenvolvida com a intenção de identificar as possíveis interações entre os conhecimentos de Física aprendidos na escola pelos funcionários pesquisados e os que são utilizados nos processos de produção industrial da empresa montadora de eletrodomésticos de linha branca na qual trabalham. No caso em particular, buscou-se identificar quais conhecimentos escolares de Física estão presentes no processo produtivo em questão, objetivo que se acredita ter sido atingido.

A investigação, contrariamente ao que muitos dos entrevistados declararam no início das entrevistas, permitiu mostrar que muito da Física aprendida na escola ainda é utilizada e pode ser percebida no processo produtivo industrial da empresa investigada. Entretanto, essa percepção só pode ficar mais visível depois que os funcionários, motivados pela pesquisa, se preocuparam em identificar aspectos da Física escolar nas suas atividades profissionais. Conforme muitos declararam, eles só se deram conta de que muitas das coisas que faziam tinham vinculação com o que haviam aprendido na escola depois de serem motivados pela participação na pesquisa.

Além da dependência dessa motivação, pode-se verificar que a percepção dos assuntos de Física presentes em suas atividades se revelou mais aguçada pelos funcionários que realizaram cursos superiores ou estudaram em escolas técnicas, nas quais o desenvolvimento da disciplina de Física é usualmente acompanhado por atividades experimentais, sejam elas em laboratórios didáticos ou em oficinas, o que não acontece na maioria das escolas de Ensino Médio.

Finalizando, é interessante ressaltar a importância das informações prestadas pelos trabalhadores sobre sua percepção dos assuntos de Física, pois, elas podem servir de referência para uma reflexão a respeito de quais e de como são organizados os assuntos escolares dessa disciplina. Apesar do real avanço que algumas iniciativas representam em termos de abordagem e de propostas inovadoras no ensino de Física para o Ensino Médio, em geral, elas não têm conseguido romper os limites da escola e propiciar um corpo de conhecimentos que consigam dar conta de explicar a lógica de funcionamento das máquinas industriais modernas, apoiada em processos automatizados de base micro eletrônica e possam oferecer, como pondera Kuenzer (2000, 65), uma “generalização de conhecimentos que deveriam ser democratizados para toda a população, uma vez que são requisitos mínimos para a participação competente em uma sociedade que cada vez mais incorpora ciência e tecnologia”.

REFERÊNCIAS

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.

CORTELLA, Mario Sergio. **A escola e o conhecimento**. São Paulo, Cortez, Instituto Paulo Freire, 1998.

CURY, Carlos R. Jamil. **Educação e Contradição**. 2.ed. São Paulo, Cortez, Autores Associados, 1986.

GARCIA, Nilson M. D.; ROCHA, Jazomar V.; COSTA, Rita Z.V. Área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: algumas contribuições para sua organização. In: KUENZER, Acácia (org.). **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo, Cortez, p. 133-152, 2000.

GRUPO de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). (1990) **Física**. São Paulo: EDUSP. 3 v, 1990.

HOBBSBAWN, 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.

KUENZER, Acácia (org.). **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo, Cortez, 2000.

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.

MEGID NETO, Jorge; 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.

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.

PEREIRA, Júlio Cesar R. **Análise de dados qualitativos, estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo, EDUSP, 1999.

SAVIANI, Dermeval. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso João et Al (orgs.). **Tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar**. Petrópolis, RJ, Vozes, Cap.3, p. 151-166, 1994