

Alguns aspectos do desenvolvimento do ser social no contexto da metalurgia: análise sócio-histórica.

Hugo Viotto Abreu*¹ (FM) hugoviotto@bol.com.br, Edilson Fortuna de Moradillo² (PQ)

1 Rua Eng^o Rubens Pires Ferreira, Conj.18, Bloco A, Ap 03.

2 Instituto de Química da universidade federal da Bahia

Palavras-Chave: Desenvolvimento do ser social, história da química, história da metalurgia.

Resumo: O presente trabalho analisa o vínculo existente entre o desenvolvimento do Ser-social e da ciência, dando-se ênfase ao contexto do desenvolvimento da metalurgia. Para alcançar os objetivos, fez-se necessário analisar os modos de produção que existiram, o escravismo e o feudalismo, bem como, o modo de produção vigente, o capitalismo. Na elaboração dessas análises, recorreu-se à literatura referente ao trabalho, como uma categoria fundante do Ser-social, à economia política, à história da química e da metalurgia. Nesse percurso histórico-crítico, foi discutido sobre a grande contribuição do trabalho com os metais para o desenvolvimento da química e da humanidade. O estudo teceu uma teia de nexos e relações entre o modo de se produzir bens materiais e o modo de se produzir o conhecimento. Buscou-se, demonstrar que, após a revolução industrial, a ciência foi incorporada ao sistema produtivo, e o cientista passou a ser considerado um trabalhador assalariado.

O desenvolvimento das sociedades

Quando começamos a estudar a história do Homem¹ nos deparamos com uma linha do tempo um tanto quanto longa. Há cerca de 200.000 anos atrás surgia sobre a terra os primeiros grupos de homens primitivos, a localização exata desse surgimento e as condições para que ele ocorresse ainda não é um consenso entre os cientistas.

Os mais observadores e questionadores logo perguntarão: Como sobre uma mesma base genética, homens - seres da mesma espécie biológica -, puderam sair de instrumentos rudimentares, feitos literalmente a pau e pedra, e criar supercomputadores e foguetes?

Esta pergunta, embora simples e bastante explícita para os mais atentos a história humana, na modernidade, é pouco debatida e muitas vezes encoberta com afirmativas que nada tem de científicas, como dizer que tudo isso é fruto (meramente) de nossa inteligência, e que foi necessário todo esse tempo para que pudéssemos desenvolver estas capacidades.

Tal afirmativa carece de uma explicação científica. Podemos analisar cientificamente através da história do homem produzir-se homem através do trabalho. Até início do século XIX a sociedade humana havia passado por diversas formas de sociabilidade, iniciando pelo comunismo primitivo.

O comunismo primitivo é o período no qual não havia classes sociais, a propriedade era coletiva e havia uma carência brutal de alimentos. Desta forma não havia exploração do homem pelo homem. Os homens e mulheres e algumas poucas crianças e velhos (a vida média não passava de 25/30 anos), viviam em bandos nômades onde a principal fonte de alimento era a coleta de frutos e quando possível da caça de pequenos animais utilizando artefatos de pedra, madeira, produzidos por eles. Toda melhora nos armamentos significava maior produtividade da caça, que por sua

1 As expressões que se referem a indivíduos ou coletivos humanos, tipo professor(es), aluno(s), serão grafadas no masculino sem que isso represente ignorar o discurso de gênero, nem desprezo pelo sexo feminino.

vez significava menos carência individual. Foi nesse ritmo de melhoria nos artefatos, repercutindo numa melhora na caça, que o homem pôde ir conhecendo melhor a realidade a sua volta. Aqui o homem está começando a inventar as primeiras pinturas nas paredes, as primeiras formas de linguagem articulada, o conhecimento no manejo de sementes e criação de animais. Aparecerá aqui algo, até então, radicalmente novo na história humana, com o surgimento da semente e da criação de animais, as carências individuais começam a ser superadas, surge um excedente. Agora aquilo que uma pessoa (ou um grupo) produziu é suficiente para que ela consuma e que ainda exista uma sobra, sobra esta que não pode ser coletivizada com o grupo, pois não será suficiente para todos.

A existência deste excedente tornou economicamente possível a exploração do homem pelo homem. Temos aqui a gênese de algo radicalmente novo na história humana. Nas sociedades primitivas, os indivíduos, por mais que divergissem, tinham no fundo o mesmo interesse: garantir a sobrevivência de si e do bando ao qual pertenciam. Com o surgimento da exploração do homem pelo homem, pela primeira vez as contradições sociais se tornam antagônicas, isto é, impossíveis de serem conciliadas. A classe dominante tem que explorar o trabalhador, este não deseja ser explorado (LESSA e TONET, 2004, p.30).

Assim, estavam dadas as condições para o surgimento das classes sociais, que deverá propiciar, por esse caminho tortuoso, um novo patamar para o desenvolvimento das forças produtivas, rumo à superação das carências individuais e sociais. As próximas etapas do desenvolvimento humano configurarão uma relação entre homem/natureza e homem/homem baseada nas sociedades de classes, com as especificidades de cada período (escravismo, feudalismo e capitalismo)²

O Trabalho como fundante do ser-social

Com essa análise inicial, estamos querendo dizer que o desenvolvimento, tanto no sentido científico, quanto das relações sociais, não pode ser compreendido como uma essência humana que está deslocada do seu contexto histórico. Muito pelo contrário. A essência humana é a própria história do homem. Somos seres historicamente determinados. Para, além disso, a forma pela qual garantimos a nossa existência, ou seja, o modo como mediamos com a natureza, o trabalho, será à base do desenvolvimento do Homem.

Entender a história humana é em última instância, efetuar nexos e relações entre a mediação com a natureza e todas as outras relações sociais, dando assim um caráter lógico e histórico a estas relações. Marx é o primeiro a sistematizar e propor tal concepção, segundo ele

[...] O trabalho é um processo entre o homem e a natureza, um processo em que o homem, por sua própria ação, media, regula e controla o metabolismo com a natureza. [...] Não se trata aqui das primeiras formas instintivas, animais, de trabalho. [...] Pressupomos o trabalho numa forma em que pertence exclusivamente ao homem. Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão e a abelha envergonha mais de um arquiteto humano com a construção dos favos de suas colmeias. Mas o que distingue, de antemão, o pior arquiteto da melhor abelha é que ele construiu o favo em sua cabeça, antes de construí-lo em cera. No fim do processo de trabalho obtém-se um resultado que já no início deste existiu na imaginação do trabalhador, e, portanto idealmente. Ele não apenas efetua uma transformação da forma da matéria natural; realiza, ao mesmo tempo, na matéria natural, o seu objetivo. [...] Os elementos simples do processo de trabalho são atividade

2 Neste trabalho. Estamos deixando de fora o modo de produção asiático

orientada a um fim ou o trabalho mesmo, seu objeto e seus meios. [...] O processo de trabalho [...] é a atividade orientada a um fim para produzir valores de uso, apropriação do natural para satisfazer a necessidades humanas, condição universal do metabolismo entre homem e natureza, condição natural eterna da vida humana e, portanto, [...] comum a todas as suas formas sociais (MARX, 1996, p.297-303).

Como a ciência é uma relação social, possuindo assim uma historicidade, então, será também determinada pelo contexto histórico em que a sociedade se insere, ou se inseriu, sendo, portanto o trabalho a base para entender a sociedade bem como explicar o caráter lógico e histórico da ciência.

O escravismo Século XII a.c – V d.c

Surgiu aqui a primeira sociedade dividida em classes, o escravismo. Com o excedente (individual)³ torna-se possível aquelas tribos mais desenvolvidas em armamentos⁴, dominar e escravizar outras tribos menores, ou que sejam tecnologicamente mais atrasadas. As sociedades escravistas (as principais são a Grega e a Romana) possuem basicamente duas classes sociais⁵ que são antagônicas, o escravo e o senhor de escravo. A função do escravo era trabalhar, por toda sua vida, para o senhor.

O desenvolvimento tecnológico é mínimo, já que a economia baseada na escravidão pressupõe como base produtiva, a força de trabalho escravo, isto é, o aumento da produção ocorre pelo aumento de escravos. Desta forma para o senhor aumentar a produção era necessário aumentar a quantidade de escravos, que para isso deveria necessariamente existir um maior contingente de soldados, sendo assim, a sociedade escravista é marcada pelo baixo desenvolvimento tecnológico, e pelo aumento e conquista de outros povos, fonte de escravos.

Neste momento houve um desenvolvimento rápido do modo de lidar com a natureza. O homem primitivo aprendeu a usar a força do boi e dos ventos, inventou o arado, o carro de rodas, o barco a vela, descoberta dos processos de fundição dos minérios de cobre (CHILDE, 1981). O trabalho com metais começa com a busca por pedras coloridas, brilhantes e raras. É tanto que Childe (1981, p.120) destaca

A malaquita é um carbonato de cobre, [...] surgem juntamente com os minérios de cobre, [...]. A coleta de malaquita, [...] deve ter, assim, provocado a procura de regiões metalíferas, e fez com que o homem conhecesse o cobre.

O autor ainda destaca que o marco desse período é a metalurgia, que foi um resultado indireto das ideias mágicas. Metalurgia essa que até o século II a.C era essencialmente a metalurgia do cobre. Surgindo então, após este período, os primeiros indícios do trabalho com ferro.

Neste período o conhecimento da realidade, ainda era uma mescla de realidade com misticismo, e o trabalho com os metais era baseado na empiria, na tentativa e erro, ou seja, a melhora no modo de se produzir metais, era lenta e demorada, e imitava outros processos já conhecidos. O cobre, até então, era o único metal obtido pela redução de seu minério. A partir do século II, quando o homem começou a produzir objetos de ferro, estes objetos eram quase tão sagrados quanto os

3 Referimo-nos aqui a aquele excedente que o controle da semente e da criação de animais possibilitou ao homem primitivo.

4 O motivo de algumas tribos terem desenvolvimento mais seus armamentos pode ser explicado com base na economia ser feita exclusivamente através da caça.

5 Toda a historia da sociedade de classe é marcada pelo surgimento de duas classes sociais antagônicas, que é marcada pela classe dominante, que explora, e a classe dominada, que é explorada. Desse antagonismo é que surgirão as classes médias. No caso da sociedade escravista são os cleros, o exercito, alguns comerciantes.

feito de ouro, devido à dificuldade de obtenção. Seu processo de obtenção era basicamente de meteoritos que ocasionalmente ao cair produzia-se energia suficiente para que ocorresse a redução do íon ferro no meteorito a ferro metálico (ELIADE, 1956). Daí que vem a confirmar ainda mais a compreensão dos processos metalúrgicos como algo místico, sagrado. Inclusive o termo “siderurgia” tem

A origem «celeste» do ferro pode talvez ficar demonstrado pelo vocábulo grego «Sid Eros», que se relacionou com sidus, -Eris, «estrela», e do lituano svidu, «brilhar»; svideti, «brilhante» (ELIADE, 1956, p.15).

Há aqui o papel fundamental do ferreiro enquanto divulgador do conhecimento, de mitos, de lendas, pois como não se tinha condições de transportar grandes massas de minérios, cabia ao ferreiro o papel de se mover em direção à fonte da matéria-prima, com isso ele é o principal difusor de mitologias, conhecimento sobre maior controle do processo de produção dos metais. Queremos com isso, mostrar o quanto a humanidade estava entregue às forças naturais. Para explicar um fenômeno corriqueiro do dia a dia a humanidade, recorria a seres místicos, deuses poderosos que podiam dominar a natureza.

Childe (1981) ainda vai destacar que o ferreiro, como especialização do trabalho, só pôde surgir numa sociedade em que exista um excedente de alimentos, uma vez que, na produção do ferro, por demandar bastante tempo, impõe à sociedade um trabalhador especializado, não podendo este trabalhador produzir alimentos. Da mesma forma a construção de fornos, ou forja de fiar o ferro, era um técnica dominada por poucos e era passada de geração em geração pelo método da imitação-reprodução, e sempre sua construção era envolvida juntamente com rituais religiosos.

Feudalismo Século V – XVIII

Como a sociedade escravista teve um fim lento e caótico, a nova sociedade (Feudalista) teve desta forma, um nascimento lento e caótico, com isso a estrutura do feudalismo variou de lugar para lugar. Com o declínio do império romano, o comércio e a circulação de dinheiro quase que desaparece. O contato entre localidades mais distantes se reduz o que acarretou uma regressão tanto na produção, na cultura e nas relações sociais (LESSA, 2004). Desta maneira as sociedades tendem a se organizar em unidades auto-suficientes essencialmente agrárias, os feudos, que tinham como classe dominante os senhores feudais, que eram donos ou tinham a posse das terras, e os servos, diferentemente dos escravos, não eram propriedade do senhor feudal e eram donos de suas ferramentas e de uma parte da produção. O direito deles era trabalhar na terra do senhor e em troca ganhar proteção. Por mais duro que fosse seu tratamento, o servo possuía família, lar, ferramentas, e o direito de utilizar o solo. Cabe mencionar o peso fundamental que a religião católica teve sobre a consciência de mundo⁶ destes homens. Praticamente todo conhecimento produzido ao longo desta sociedade foi, em larga medida, gerado no seio da igreja⁷.

De um modo geral, nesse período, houve de fato uma regressão na produção em curto prazo, entretanto a médio e longo prazo, após o século X, houve um avanço da produção, pois como o servo ficava com uma parte da produção era interessante para ele aumentar a produção de forma a aumentar seu excedente. Isso vai impulsionar a criação e inovação de novas ferramentas, bem como de novas técnicas de produção. Na produção de ferro, juntamente com a invenção dos moinhos d'água,

6 Consciência de mundo está que será marcada pelo direito divino do senhor em possuir terras. Bem como o pacto do servo para com seu senhor.

7 Para título de exemplificação: Santo Agostinho (354-430) e seu “conhecimento como ato da iluminação divina”. E mais tarde São Tomás de Aquino (1225-1274) e sua “razão como apoio a verdades de fé”.

será unida ao fole da forja de fiar o ferro, a fim de poupar trabalho humano. Será, mais tarde, pelo século XV que estará surgindo o primeiro alto-forno capaz de fundir o ferro e purificá-lo ainda mais. O manejo com as terras tem grande impulso nesse momento, com a melhora nos arados de ferro. Técnicas de plantio e colheita são inovadas.

A grande inovação neste momento é a invenção do alto-forno, que só foi criado em meados do século XV possivelmente a parti do desenvolvimento gradual da forja de fiar o ferro. Nas palavras de Pounds (1966, p.14) “Contudo, este não foi a criação de um gênio inventivo, [...]. Se as paredes laterais da fornalha fossem construídas com maior altura, a fornalha podia receber mais combustível e minério [...]” Mais uma vez fica evidente que o desenvolvimento na ciência, do novo, é sempre com base no velho, podendo superar por ampliação ou ruptura. O alto-forno, só pôde ser inventado após a invenção da forja de fiar o ferro. Entretanto depois disso, o alto-forno terá sua história e seu desenvolvimento independente do desenvolvimento da forja. Após sua invenção, o alto-forno passou por um processo de avanço específico. Como as paredes eram maiores o ferro metálico se formava no fundo do forno, não podendo assim ser manuseado pelo ferreiro. Em contrapartida, o ar só poderia entrar pela base do forno, isso contribuiu para uma combustão ainda mais completa, alcançando temperaturas nunca antes alcançadas com a forja. Esse aumento de temperatura contribuía para que o ferro absorvesse ainda mais carbono do carvão, essa absorção reduzia ainda mais o ponto de fusão, com isso pela primeira vez na história da humanidade, foi possível obter o ferro fundido. Esse líquido escoava para o fundo do forno, onde se resfriava e transformava-se em lingote. O ferreiro, então, deveria quebrar as paredes do forno para retirar o lingote. Após cada processo de produção, o forno era destruído e reconstruído.

O próximo passo do desenvolvimento do alto-forno foi tornar sua produção contínua. Como? Nas palavras de Pounds (1966, p.15) “Isso foi efetuado fazendo-se um orifício, ou “ranhura”, através da parede perto da base do forno. Enchia-se esse orifício de argila, que podia ser perfurado e aberto a intervalos.” Agora a massa líquida poderia ser retirada por tal orifício, enquanto que pela parte superior do forno era novamente alimentada por carvão e minério. Sendo o funcionamento do alto-forno constante, não era vantajoso construí-lo num local onde a fonte de minério e carvão era reduzida, pois diferentemente da forja que era rapidamente construída e prontamente abandonada, o alto-forno significava um investimento grande, tanto em mão de obra, agora os fornos eram enormes em relação à forja, quanto em gasto de matéria-prima. A quantidade de ar para alimentar o forno era significativamente grande, o antigo fole não conseguia suprir essa demanda, a roda hidráulica será utilizada a fim de suprir tal necessidade.

Como agora a utilização de minério e carvão era enorme, os altos-fornos serão construídos, portanto, segundo Pounds (1966, p.15-16) “[...], somente onde havia minério e carvão vegetal em abundância, [...]”, entretanto isso restringe grandemente a produção do ferro (aço). No início eram montadas para atender as necessidades dos feudos, mais que posteriormente com declínio do feudalismo e o ressurgimento do comércio, serão montadas para atender o comércio a longas distâncias.

Dentro dos marcos do feudalismo o desenvolvimento da metalurgia é basicamente este, a criação de altos-fornos fazendo com que a produção aumente drasticamente. Aumento este que é verificado também no âmbito de outras atividades humanas, fazendo com que, dentro dos feudos comece a surgir excedente. Excedente este que ocasionará o reflorescimento do comércio e das grandes cidades.

O florescimento do comércio no século XI, faz com que, os povos do ocidente entrem em contato com outros povos do oriente, esse contato vai estimular as inovações tecnológicas, bem como a incorporação das inovações provenientes de

outros povos. Neste momento os feudos começam a receber produtos oriundos do oriente, bem como melhores tecnologias, o conhecimento do mundo estará se ampliando, que impulsionará as grandes navegações, que juntamente com o uso da pólvora, dos canhões, da bússola possibilitou a descoberta, conquista e colonização de territórios, algo que será de fundamental importância para que o capital se concentre nas mãos de poucos (ANDERY et al, 2004). Juntamente com as inovações tecnológicas, chega do oriente também o conhecimento acerca da química, matemática, ótica, astronomia. A introdução do papel e da imprensa contribui ainda mais para a socialização do conhecimento, bem como dos ideais da época. A produção de bíblias aumenta rapidamente. Todas (ou a maioria) destas inovações, seja na tecnologia, sejam na produção do conhecimento, é financiado em larga medida pela burguesia emergente.

Burguesia essa que vai desenvolvendo mais e mais o mercado mundial, financiando assim as grandes navegações, o aumento da população nas grandes cidades, a organização dos artesãos de forma a aumentar sua produtividade. Vai surgindo aqui alguns elementos que nesse momento ainda não são fundantes na sociedade feudal, mas que na sociedade que vai superar a feudalista, a capitalista, serão fundantes, que é o poder econômico se concentrará nas mãos desta nova classe. Diferentemente do fim da sociedade escravista, que é marcada pelo desaparecimento lento e caótico e a ausência de uma classe revolucionária, o fim da sociedade feudalista é marcado por uma revolução, a francesa, e dirigida por uma classe, neste momento revolucionária, a burguesia, com um projeto de sociedade que buscava a emancipação política do homem, e a troca de mercadorias como base da nova sociedade. Pois segundo Andery et AL (2004, p.163) “Essa revolução não foi “natural”, inexorável, e não se deu sem graves conflitos, muita violência no campo e nas cidades, luta pela tomada de poder.” Não estamos querendo dizer que não houveram processos de tomada de poder em séculos anteriores, houve!

Segundo Andery et al (2004, p.163) “Os séculos XV, XVI, XVII (particularmente os dois últimos) são aqueles em que mais acentuadamente ocorrem mudanças que marcam a passagem do sistema Feudalista aos sistema capitalista.” Tais mudanças não ocorreram somente na esfera política, ocorrem em todas as esferas sociais, inclusive nas ciências. Nestes três séculos a ideia da terra como centro do universo, além de ser questionada ideologicamente, como fez Giordano Bruno, é duramente questionada com a criação do modelo matemático preditivo de Copérnico, que mais tarde seria utilizando por Kepler e por Galileu, para criticar duramente a ideia da terra como centro. Propõem eles que o sol que é o centro. Esses novos conhecimentos científicos, são rapidamente apropriados pela burguesia a fim de questionar a ideologia feudalista. Desta maneira a ideia de uma classe escolhida por Deus, a Nobreza ou os senhores feudais, é questionada e é colocada como contraposição a ideia de que todos são iguais perante Deus. Para concluir essa parte, vale aqui citarmos, mais uma vez, Andery et al:

Na nova visão de mundo, que veio a substituir a visão medieval, o homem, no seu sentido mais genérico, era a preocupação central. As relações Deus-homem, que eram enfatizadas pelo teocentrismo medieval, foram substituídas pelas relações entre homem e natureza (2004, p.175).

Capitalismo Século XVIII - ...?

Com o desenvolvimento da burguesia no seio do feudalismo, e conseqüentemente, com a expansão do mercado mundial, esta burguesia, enriquece cada vez mais, e se fortalece. Financiando as monarquias, o desenvolvimento das

manufaturas, o avanço da produção de um modo geral. A burguesia vai guiando a produção a fim de atender seus interesses. O incentivo a criação de associações de Mestres-artesão é cada vez maior, a divisão do trabalho se torna cada vez mais especializada. A invenção de máquinas capazes de intensificar a produção é imensa. Nesse momento, final do século 18, a humanidade passa por um momento radicalmente novo na história, a revolução industrial, período que é marcado pelo rápido aumento das forças produtivas, pela concentração de trabalhadores sobre um mesmo espaço, pela especialização do trabalho, pela universalização do mundo. A ciência, tal como concebemos hoje, surge nesse momento. Os cientistas vão utilizar de todos os processos empíricos já conhecidos até o momento, de forma a sistematizar e organizar o conhecimento fazendo com que a ciência interfira na produção de forma a avançá-la ainda mais, o grande nome na química, neste momento, é Antoine Lavoisier que no fim do século 18 sistematiza e amplifica o estudo e a compreensão das reações de combustão.

É impressionante o desenvolvimento que a humanidade passou nessas poucas décadas. Grandes invenções e avanços tecnológicos surgem aqui. Como por exemplo: a invenção da eletricidade (em 1800), por Alessandro Volta, a criação da lâmpada (em 1879) por Thomas Edison, a invenção de métodos mais aprimorados de refino do ferro, a produção em larga escala de aço de qualidade⁸, a criação da primeira versão da tabela periódica por Mendeleiev (em 1869), a descoberta da lei dos gases por Gay-Lussac (em 1802), o estudo da química orgânica com Markovnikov (em 1869). Podemos citar também Michael Faraday que contribuiu largamente no estudo da eletricidade, além de descobrir o benzeno, estendeu tais estudos às fundições metalúrgicas, desenvolveu o que mais tarde foi nomeado de eletroquímica.

A revolução industrial consistiu-se no processo ao qual marca a integração total da ciência ao sistema produtivo. Para que ocorra um melhoramento tecnológico é imprescindível que ocorra um avanço científico. O Cientista deixa de ser um mágico, místico e recluso, e passa a ser um trabalhador assalariado que necessita de capital e recursos para poder desenvolver suas pesquisas (MILAGRES, 1996). A demanda por mercadorias aumenta,

A ampliação do potencial de produção resultante da utilização de máquinas e da energia a vapor viabilizou a redução de custos e dos preços das mercadorias, o que permitiu uma expansão sem precedentes na produção e nos mercados (MILAGRES, 1996, p.121)..

Esse aumento na produção de mercadorias e dos mercados significa uma “globalização” das relações sociais. A cultura, os costumes, a moral, a educação cada vez mais passam a se generalizar entre os diferentes povos e nações. Desta forma a burguesia, bem como o trabalhador, se torna uma classe mundial, que compartilha dos mesmos interesses e dos mesmos problemas⁹.

Outro ponto importante é entender que a pressão por melhorias nas máquinas dum setor produtivo impulsionam demandas em outras áreas, como por exemplo:

A necessidade de maquinaria têxtil e à vapor impulsionou o setor siderúrgico, o que repercutiu no setor de mineração do ferro e hulha.[...] é também para solucionar os problemas de bombeamento para a retirada de água das galerias subterrâneas que se criaram e aperfeiçoaram as primeiras máquinas a vapor. A

8 Os vários métodos são criados aqui. O processo de bessemer. A utilização do cal, ou processo de Thomas, a fim de purificar ainda mais o ferro. Novas maquinarias para trefilar o aço, laminadores, o emprego da esteira rolante, colocando assim a produção de chapas de aço em processo contínuo. A invenção de fornos elétricos se dará neste século.

9 A burguesia compartilha do interesse de extrair, mais e mais, a mais-valia do trabalhador. Explorá-lo. O trabalhador compartilha do interesse de resistir a tal exploração. Surgirá as primeiras mobilizações no sentido duma regulamentação da jornada de trabalho, dos salários, as primeiras tentativas de revoluções!

necessidade do branqueamento de tecidos, pressionava o setor química de álcalis e ácidos (MILAGRES, 1996, p.121)

É evidente que o setor produtivo é totalmente articulado com os diferentes ramos que o compõe. Ou seja, uma melhora num ramo pode impulsionar a melhora ou a crise de outro ramo da produção, bem como o da produção como um todo. Entretanto essa generalização não fica restrita somente no setor produtivo, ocorre que também o aumento do setor produtivo impulsiona outros setores (que podem ser produtivos ou não), bem como a criação de novos setores produtivos, ou não, como a troca de informações. Fica explícito o caráter essencial que tem o avanço das forças produtivas nas relações sociais entre os homens, ou seja, ao avançar as forças produtivas nossas relações sociais tendem a se alterar, mesmo que tardiamente.

Outro fator determinante das forças produtivas nas ciências é o papel de impor um maior controle às condições naturais na esfera da produção. Quanto mais avançamos nas forças produtivas mais nos distanciamos das influências das forças naturais. Desta forma temos maior controle em determinados processos, chegando ao ponto de romper com tais forças e produzir, ou sintetizar, substâncias que até então não existiam na natureza (ou que o processo de obtenção era complexo).

Assim, por exemplo, o aumento significativo de bens têxteis, decorrente do aperfeiçoamento das máquinas de fiar e tecer, esbarrava na lentidão da operação de branqueamento.[...] Para contornar esse desajuste, substituíram-se o leite azedo e as cinzas vegetais, respectivamente, por ácido sulfúrico e carbonato de sódio, já não mais extraídos diretamente da natureza. Posteriormente, essas substâncias foram substituídas pelo cloro [...] (MILAGRES, 1996, p.121-122)

A contradição entre o grau de desenvolvimento dos diferentes processos que integram a rede de produção é resolvido pelo avanço tecnológico-científico, gerando um desenvolvimento desigual e combinado do sistema produtivo. Desigual, pois o avanço não se dá de maneira igual para todos os processos, não é de forma mecanizada, linear, um determinado processo de produção não espera outro processo avançar para que ele possa também avançar, são reciprocamente determinados, justamente por isso que é combinado, uma vez que os processos avançam conjuntamente, sempre se relacionando mutuamente. Voltamos então a reafirmar o papel decisivo das ciências, em especial a química, no processo de produção capitalista, visando melhor controle e melhor compreensão dos fenômenos naturais.

Há aqui então a intenção de romper com a ideia de que a ciência, e o cientista, avançam separadamente da esfera da produção. A ideia do cientista neutro, descolado da sua realidade histórica e social implantada pela burguesia após o período de sua decadência ideológica¹⁰. A burguesia, agora reacionária, se vê obrigada a continuar a exploração do homem pelo homem, e arranjar justificativas que visassem naturalizar tais explorações, e obscurecer a relação entre a ciência e o sistema produtivo capitalista.

É por isso que todo o conhecimento é rapidamente inserido na produção. A exemplo dos estudos da eletricidade são rapidamente apropriados pela siderurgia, a fim de se criar um forno elétrico. O estudo da eletroquímica foi também inserido na produção de metais, metais mais difíceis de serem reduzidos agora eram obtidos por meio da eletrólise. É nesse período que a produção de aço vai se especializar e se intensificar. Surgirão aqui duas novas tecnologias capazes de produzir aço em grande quantidade. O conversor de Bessemer (1878) e o Forno Siemens-Martin (1850).

Buscando resolver o problema de descarbonizar o ferro produzido nos altos-fornos, Bessemer um engenheiro Metalurgista, foi quem descobriu em 1856 que

¹⁰ Período esse que se inicia em 1848.

“Apenas o ar atmosférico era capaz de descarbonizar completamente o ferro-gusa¹¹ cinzento, e transformá-lo em ferro maleável sem pudlagem¹² ou qualquer outra manipulação”. Fica claro com isso que Bessemer já dominava alguns conhecimentos sobre a reação do oxigênio, presente no ar, com o carbono do ferro-gusa. Partindo desse experimento, e dessa descoberta, Bessemer propõe a construção dum recipiente oval de aço revestido com material refratário, onde o ferro-gusa derretido era lançado, e em seguida o ar era impelido passando através do líquido por baixo. O gás oxigênio oxidava o carbono presente no metal, produzindo CO e CO₂ bem como oxidando as impurezas, formando novamente uma escória sobrenadante que era facilmente removida. Além do calor liberado pelas reações de oxirredução, favorecerem ainda mais o aquecimento do sistema, mantendo assim a massa de metal líquida. Entretanto, poucas variedades de ferro-gusa poderiam ser refinadas desta maneira, apenas a variedade isenta de fósforo, que eram poucas. As variedades que continham fósforo produziam um aço frágil a frio. Mesmo assim o valor do aço produzido foi enormemente reduzido, e o aço pode se popularizar mundialmente.

Em 1865, Pierre Martin havia inventado outro processo de refino do ferro. Martin criou um forno que era aquecido por gases incandescentes. Dessa forma o ferro-gusa era aquecido e fundido. O carbono era removido pela adição de óxido de ferro, que agia como agente oxidante do carbono, oxidando o carbono e se reduzindo a ferro metálico. Entretanto o processo de Martin gastava muito combustível e não alcançava temperaturas muito altas. Utilizando o forno regenerativo recém inventado (1850) por Carl wilhelm Siemens¹³, que consistia basicamente de duas câmaras, cada uma composta por estruturas em forma de xadrez, onde o ar era bombeado para o processo, passando por uma dessas câmaras, e saindo aquecido pela outra câmara, em intervalos os fluxos eram invertidos. Com esse sistema Martin conseguiu produzir um forno capaz de atingir temperaturas relativamente altas.

Estes dois processos, o conversor e o forno de Siemens-Martin, foram em larga medida concorrentes. Embora ambos acelerassem a fabricação do aço, houve diferenças marcantes entre eles. O conversor produzia o aço tão rapidamente que era praticamente impossível exercer um controle da reação química que se processava. Para diminuir a velocidade de reação era adicionado uma liga de ferro com 10 a 25% de manganês o *spiegeleisen* (POUNDS, 1966). Justamente pela ausência de controle, o aço produzido terá uma qualidade inferior. Já o Forno de Siemens-Martin, funcionava bem lentamente, o que favorecia um maior controle do processo. Entretanto como a fonte de calor utilizada não era produzida pela reação, tal forno consumia bastante combustível que encarecia o processo. Estes dois aspectos, a qualidade do metal, maior para o forno de Siemens-Martin, e o custo da produção, menor para o conversor, quase que deixavam ambos os processos equivalentes financeiramente.

O problema do fósforo no ferro-gusa foi resolvido por um estudioso em química, Sidney Gilchrist Thomas. Nascido em Londres, foi funcionário de um tribunal da polícia, onde nas horas vagas estudava química. Dedicou seu tempo livre para estudar o problema da retirada do fósforo do ferro-gusa. Foi em 1875 que Thomas

11 É o ferro obtido diretamente pela redução do minério de ferro num alto-forno, é rico em carbono, não sendo, portanto utilizado sem um refino posterior.

12 É o processo pelo qual o ferro com alto teor de carbono, é reauecido até adquirir uma consistência pastosa e “agitado” ao ar por meio de barras. Essa agitação faz com que boa parte desse carbono se oxide, reduzindo assim o teor de carbono, produzindo então o aço!

13 Siemens possui formação em engenharia pela universidade de Goettingen. Entrou em contato com a química teórica, com a física. Com isso ele se aproxima das ideias sobre a natureza do calor dos grandes cientistas da época, Carnot, Clapeyron, Joule, Clausius, Mayer, Thomson. Carl vai negar também a concepção de calor como substância como substância. Simens só cria seu forno, pois se utilizou destas teorias.

descobriu tal método. Com a ajuda de seu primo, químico de formação, Percy Gilchrist, escreveu artigos que foram apresentados para o *Iron and Steel Institute*, foi produzido uma patente que foi mais tarde utilizada pela *Bolckow Vaughan & Co.'s Works at Cleveland*. A descoberta de Thomas, foi basicamente tornar a escória reativa com o fósforo. Ele descobriu que adicionando Cal, o óxido de cálcio reagiria com o pentóxido de fósforo – formado pela reação do fósforo com o oxigênio – produziria fosfato de cálcio, que é uma excelente matéria-prima para a indústria de produção de fertilizantes. Entretanto a Cal a altas temperaturas reagia com as paredes refratárias, feitas a base de sílica. Foi Thomas e seu primo Percy quem criaram tijolos refratários que resistiam ao ataque da cal, eles utilizaram dolomita pulverizada. Essa descoberta contribuiu para reduzir ainda mais o valor do aço, uma vez que poderia ser empregado qualquer tipo de ferro-gusa neste processo.

Esse grande impulso na produção de ferro e aço abre a possibilidade de impulsionar outras áreas de produção de artefatos e objetos de ferro e aço. A indústria de moveis, de eletrodomésticos, da construção civil, irá utilizar todo esse aço produzido¹⁴. Outro desenvolvimento importante da siderurgia é o forno elétrico de redução¹⁵. Baseia-se nos princípios do eletromagnetismo. Tal forno só pôde surgir no século XIX, uma vez que os trabalhos pioneiros com eletricidade, só surgem e se aprimoram neste mesmo século, na verdade as primeiras tentativas datam do ano de 1810. Devido ao seu alto consumo de energia, é uma técnica que somente é utilizada para refino posterior do metal. É comum utilizar sucata de aço. Sua produção reflete numa pequena parcela da produção total. O aço produzido é destinado às indústrias que exigem um aço de máxima qualidade (POUNDS, 1966).

No tocante a inserção de novas tecnologias, a produção em série, a esteira rolante, a produção continua típica da organização fordista da produção, são inseridos no chão da fábrica. Isso terá um rebatimento nas condições de trabalho. A jornada de trabalho se intensifica, seja absolutamente, aumentando o tempo de trabalho, seja relativamente, no mesmo tempo de trabalho o trabalhador é forçado a produzir mais que antes. É tanto que é comum ocorrer testes da produção individual de cada trabalhador, forçando os que produzem menos a se equiparar aos que produzem mais.

Há de se destacar o papel importante que as grandes, guerras que acontecerem na entrada do século XX teve para as indústrias. Do ponto de vista das mercadorias, as guerras são grandes mercados consumidores uma vez que a corrida armamentista é intensa nas grandes nações que participam duma guerra, esta corrida intensifica a procura por todos os tipos de suprimentos, deste os alimentícios, passando pelas vestimentas, chegando até aos armamentos pesados, como tanques, aviões cargueiros, mísseis e etc. O local onde tais guerras aconteceram são totalmente devastados. Casas, prédios, cidades inteiras foram colocadas abaixo por bombas e canhões. As guerras não são eternas. Quando acabam seu palco se encontra totalmente destruído. É aí que as indústrias pesadas, em especial da siderurgia, encontraram espaço para intensificar a produção, uma vez que a demanda por produtos se torna altíssima. É tanto que os dados de Pounds (1966) vem a reforçar tal perspectiva, nos 15 anos que sucederam a segunda grande guerra (1945-1960), é registrado quase que a duplicação da produção de ferro-gusa e aço no reino unido, indo de 7781 milhões de toneladas de ferro-gusa para 14984, enquanto que o aço foi

14 Após o desenvolvimento dos polímeros, essas indústrias irão utilizar tais polímeros como matéria-prima. Em vários objetos o plástico substituirá o ferro. Essa substituição só é possível, pois na relação, custo-benefício o plástico é melhor, é mais leve, mais fácil de manusear, mais barato e etc.

15 Carl Wilhelm Siemens também inventou algumas patentes do forno elétrico.

de 11910 milhões de toneladas para 22441. Dados semelhantes também são registrados no crescimento da produção da França, Alemanha, Itália.

Não podemos aqui nos omitir sobre a quem interessa as grandes guerras. Interessa aos donos de indústrias pesadas, aos grandes burgueses. É tanto assim que

Nesse período, já se delineava a era do capitalismo monopolista dos cartéis e trustes, direção para a qual caminham as maiores indústrias alemã – BASF, Hoescht e Bayer (MILAGRES, 1996, p.126).

Tais empresas¹⁶ formaram um cartel, e foram elas que, em larga medida, apoiaram a manutenção do Nazismo na Alemanha, Fascismo na Itália. Tardiamente os regimes ditatoriais que a América Latina sofre até hoje, é tanto que Netto (2009, p.194) coloca que “deste que exista um controle monopolista da economia, a possibilidade do fascismo é sempre real”. É importante assinalar que a modalidade fascista de dirigir a economia não está no passado. Por meio do terrorismo institucional (de Estado), a destruição das organizações dos trabalhadores, a militarização da vida social, investimento forte na indústria bélica, o controle da massa salarial pelo grande monopólio, são características deste regime (NETTO, 2009). Percebam esses elementos na vida de um norte-americano, a ameaça terrorista iminente, o estado de alerta a todo o momento. No Brasil, o esfacelamento dos sindicatos, a total cooptação da classe trabalhadora, o terrorismo da mídia por meio da violência iminente, a campanha pelo desarmamento que nunca consegue avançar, as facções e milícias criminosas que se instalam nas favelas devido a ausência do estado, são aspectos reais da maneira do fascismo intervir na economia.

O que estamos querendo apontar aqui é o grande *boom* que a indústria, em especial a siderúrgica, dá no século XIX. Esse *boom*, causado pela revolução industrial que teve início no fim do século XVIII, impõe, em larga medida, que a humanidade adquira um conhecimento de mundo e de natureza mais científico, menos antropomorfizado. É precisamente neste período que a química assume a vanguarda dos processos industriais. A produção de conhecimento neste momento é de “saltar aos olhos”, grandes criações e inovações são produzidas. Em especial o conhecimento que será mais útil para tal indústria, será o conhecimento das reações químicas, conhecimento este que está intimamente relacionado às propostas de modelos atômicos; O conhecimento da termodinâmica se desenvolve em meados do século XIX e início do século XX. Tal interpenetração é tão intensa que

[...] o deslocamento dos centros de investigação, que no século XVII se centralizavam em Oxford, Cambridge e Londres, para as nascentes cidades industriais de Manchester, Birmingham, Leeds e Glasgow. (Bernal *apud* Milagres, 1996, p.123).

Como já afirmamos cada vez mais a ciência se integra à produção, desta forma, se em momentos anteriores os cientistas só eram cientistas nas horas vagas, e deveriam necessariamente possuir vastas riquezas para pesquisar, com a revolução industrial a tônica será outra, agora a burguesia pode pagar para que pessoas estudem e se dediquem à ciência e se tornem trabalhadores assalariados, daí que

O cientista aficionado foi substituído pelo assalariado vinculado a instituições de ensino, pesquisa, ou a indústria. [...] no final do século XIX o número de químicos aumentou de tal forma que representava mais da metade de todos os trabalhadores científicos (MILAGRES, 1996, p.127).

É pois, que não estamos supervalorizando a química, quando dizemos que a ciência central, do capitalismo, é sem sombra de dúvida a Química.

16 Não foram somente estas três empresas que apoiaram o nazismo. Há também uma empresa alemã famosa pela produção de aço, a Krupp, hoje Thyssenkrupp. O próprio Schindler, que ficou famoso por libertar judeus, era membro do partido nazista e enriqueceu explorando seus trabalhadores judeus.

Conclusão

O trabalho teve por objetivo estabelecer alguns nexos e relações entre o desenvolvimento do ser-social e o desenvolvimento da metalurgia. Desta maneira, realizamos uma análise histórica das sociedades de classe. O escravismo, o feudalismo e o capitalismo.

Através da metalurgia, analisamos a importância do trabalho de produção de metais como força motriz para o desenvolvimento de novas necessidades e possibilidades para a humanidade. Possibilidades estas que sempre impulsionam a sociedade para além dela mesma. Buscamos, assim, humanizar a ciência. Explicitando o caráter essencialmente social que a ciência possui.

Assim, estamos afirmando que a ciência, e mais especificamente a química, não pode ser entendida sem sua base social, da forma histórica do homem produzir-se homem. Enfim, a ciência como um complexo social que é, deve ser estudada e compreendida na sua relação reflexiva com a totalidade social. Totalidade essa que é sempre histórica e que pode ser apreendida na sua dinâmica lógica (categorial) e histórica. Negamos assim, a concepção de ciência como algo pronto e acabado, como um dado natural.

Concluimos então, que as relações de produção (consumo, produção e distribuição) é a base para entender as configurações históricas que a humanidade trilhou até o momento. Que o trabalho remete, sempre, para além dele mesmo. Que em última instância a essência humana é histórica e deve ser buscada nas relações sociais. Que a ciência, como uma das mediações que surge a partir do trabalho, também é histórica.

Referências Bibliográficas

- ANDERY, Maria Amália, et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 14. ed. Rio de Janeiro, RJ: Garamond; São Paulo, SP: EDUC, 2004. 436 p. ISBN 8586435988 (broch.)
- CHILDE, Vere Gordon. **A evolução cultural do homem**. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1971. 229 p. (Biblioteca de cultura historica)
- ELIADE, Mircea. **Ferreiros e Alquimistas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- LESSA, Sergio; TONET, Ivo. **Introdução a filosofia de Marx**. São Paulo: Editora Expressão popular, 2004.
- MARX, Karl. **O Capital: Crítica da economia política**. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda, 1996. Extraído do site: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/acer_fontes/acer_marx/ocapital-1.pdf
- MILAGRES, A. S. A produção do conhecimento em química e suas relações com aspectos sociais, políticos e econômicos: Considerações históricas. **Revista Epistême**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 119-128, 1996.
- NETTO, José Paulo; BRAZ, Marcelo. **Economia política: uma introdução crítica**. São Paulo: Editora Cortez, 2006.
- POUNDS, Norman J. G. **Geografia do ferro e do aço**. Rio de Janeiro: Zahar, 1966. 222p. (A terra e o homem)