

niciosas *geadas primaveris* a poda e o successivo tratamento convem fazel-os pouco antes da brotação, porque neste caso provoca-se um retardo da vegetação de 8—10 dias, que pode evitar o damno do terrivel e aqui commum hydrometeoro.

Quando a infecção de anthracnose fôr muito forte, é bom repetir, sempre antes da brotação, duas vezes o tratamento, com um intervallo de 15 dias um do outro.

Si logo depois da pincelagem vier a chuva é preciso repetir o tratamento.

Maio é o tempo util para a sua applicação; muitos são os vinhedos atacados e fortes são os damnos; o agricultor intelligente deve aproveitar e tornar sãs as suas vinhas, tanto mais que a despeza é pequena, podendo-se calcular, que mais ou menos chegam de 60 a 80 litros de solucção e de dois a tres trabalhadores para um hectare de vinha.

Dr. Celeste Gobbato.



## A ENERGETICA

Entende-se por Energetica o desenvolvimento da idea de que todos os phenomenos naturaes devem ser concebidos e representados como operações effectuadas sobre as diversas energias. A possibilidade de semelhante *descripção* da natureza não poude ser imaginada sinão quando foi descoberta a propriedade geral que possuem as differentes formas de energia de poder se transformar umas nas outras. Foi, portanto, Roberto Mayer o primeiro capaz de encerrar tal possibilidade.

Até elle adheriam os sabios á concepção *mecanista*, isto é, á idea de que todos os phenomenos da natureza são em ultima analyse de caracter mecanico, e que não havia delles um só que se não pudesse reduzir a movimentos da materia. Onde se não podia demonstrar a existencia de taes movimentos, como no caso do calor ou da electricidade, admittia-se que elles tinham logar nos atomos, isto é, em particulas tão pequenas que escapam á observação directa. Leibnitz, especialmente, Leibnitz, o melhor mathematico e physico entre os philosophos e o melhor philosopho entre os mathematicos e physicos, não punha a menor duvida sobre a exactidão desta concepção e as difficuldades e contradicções que se acham nas suas theorias provêm na maior parte de que elle se deixava guiar por ella. E ainda hoje, ha um grande numero de physicos que como os seus predecessores de ha dois mil annos, Democrito e Lucrecio, vêm na "mecanica dos atomos" a ultima palavra da sciencia.

A hypothese mecanista tem dois inconvenientes altamente consideraveis: primeiro, força a adoptar um grande numero doutras hypotheses indemonstraveis; em seguida, é impotente para fazer comprehender a ligação que existe por sem duvida, pois nós a constatamos todos os dias, entre os phenomenos physicos no sentido restricto da palavra e os phenomenos *psychologicos*.

Façamos resaltar por meio dalgumas considerações geraes das mais simples o primeiro desses inconvenientes. Começemos por encarar as duas questões seguintes: Qual é o objectivo da sciencia? Como attinge ella os seus fins?

A' primeira interrogação responderemos da seguinte fórma: A Sciencia tem por objecto o conhecimento dos phenomenos, designando por esta denominação todas as experiencias que um homem pôde communicar a outro. Dizemos que um phenomeno nos é conhecido quando as partes que o compõe e a ordem na qual ellas se succedem não são mais novas para nós; quando já tivemos, sob uma fórma qualquer, a experiencia de alguma cousa de semelhante e reconhecemos por meio da memoria a concordancia da experiencia actual com a experiencia anterior. Esse reconhecimento permite-nos em particular, quando o phenomeno está ainda em sua phase de inicio, prever a marcha que elle seguirá, de modo que, si dum modo qualquer elle affecta o nosso bem-estar, possamos tomar medidas para dirigil-o da fórma mais vantajosa para nós. O que faz a importancia biologica extremamente consideravel da sciencia é que graças a ella é que o mundo se tornou habitavel para nós e que de dia em dia as condições dessa habitabilidade melhoram.

O processo empregado na sciencia para tornar accessivel a todos o conhecimento dum phenomeno é o processo dos signaes ou symbolos; a linguagem é uma modalidade importante desse processo. Como não podemos mostrar a outrem as proprias realidades, é necessario que possuamos um meio de lhe lembrar as realidades que elle conhece por experiencia. Com tal fim, attribue-se a cada uma das cousas de que se compõem as experiencias um symbolo determinado que evoca a lembrança da cousa e representam-se as relações dos phenomenos entre si por meio de relações correspondentes entre os symbolos.

Por exemplo, a formula  $p v = R T$ , composta de symbolos que em si mesmo são absolutamente arbitrarios, mostra áquelle que conhece estes symbolos de que modo se comportam os gazes quando a sua pressão e a sua temperatura variam; substitue, pois, para elle um numero illimitado de observações particulares; condensa em resumido espaço as pesquisas de muitos physicos. Si assim succede, é porque se attribue exactamente aos symbolos que compõem esta formula as propriedades das grandezas que elles representam.  $R$ ,  $T$ ,  $p$  e  $v$  são variaveis que, dentro de mui vastos limites, podem tomar não importa que valor.  $R$  depende apenas da quantidade de gaz e, para uma dada quantidade conserva o seu valor, sejam quaes forem as variações que soffram as outras grandezas. Como ha ainda tres outras grandezas variaveis, não restam sinão duas ás quaes se podem attribuir valores arbitrarios; depois que estes forem dados a essas duas variaveis e que taes valores forem introduzidos na formula, esta fornece o terceiro valor que concorda com aquelle que é verificado pela experiencia. Si, por exemplo, ainda além de  $R$  fizermos  $T$  constante, a formula exprimirá a lei de Boyle ou de Mariotte que diz que o volume dos gazes é inversamente proporcional á pressão que elles supportam, ou que o producto do volume dum gaz pela sua pressão é um numero constante. Si fizermos  $p$  constante, temos a lei de Gay-Lussac, segundo a qual o volume dos gazes é proporcional á sua temperatura absoluta, etc.

Si este resumido numero de symbolos contem tantas cousas diversas, é que uma vez por todas foram estabelecidas certas regras

que servem para pôr em relação umas com as outras as grandezas correspondentes aos symbolos, relações essas que variam com o arranjo dos mesmos signaes. Trata-se, pois, ahí duma verdadeira representação da realidade por meio de symbolos aos quaes foi attribuida a variabilidade e a capacidade de se influenciar reciprocamente, observadas nas grandezas naturaes. Consequentemente uma formula, graças ás regras geraes que foram estabelecidas relativamente ao sentido dos signaes que ella contem, substitue o proprio phenomeno até um certo gráo, gráo que pôde ás vezes ser muito elevado, e permite, em particular, fazer predicções que a experiencia confirma.

Semelhante formula ou, o que dá na mesma, semelhante lei natural é evidentemente tanto mais util, tanto mais preciosa, quanto mais geral e mais determinada, isto é, quanto maior é a esphera de suas applicações e mais indicações ella fornece sobre cada um dos phenomenos compreendidos nessa esphera. O valor scientifico de toda tentativa deste genero para condensar ou figurar a realidade numa formula, tem pois por criterios a maior ou menor generalidade da formula que se chega a estabelecer e a maior ou menor riqueza do seu conteúdo. Vamos applicar esses criterios á energetica e ao mecanismo.

Comecemos por este ultimo. Com o auxilio dos principios da Mecanica e principalmente da lei dos trabalhos virtuaes e da de constancia da somma da força viva e do trabalho, podemos predizer de que maneira se comportarão todos os systemas mecanicos; notando-se todavia que em muitos casos, como no problema astronomico dos tres corpos, os meios fornecidos pela mathematica não bastam para resolver a questão sob a sua fórmula mais geral. Podemos declarar a Mecanica sufficiente sob o ponto de vista da precisão das informações que fornece. Si ha problemas relativos a systemas mecanicos que ella ainda não é capaz de resolver, contamos por certo que ella os resolverá mais tarde.

A questão, porém, que devemos considerar é esta: São as theorias duma applicação sufficientemente geral? Não, sem duvida não o são. E' preciso fazer logo notar que entre os phenomenos que nos são conhecidos são relativamente poucos (a maioria dos phenomenos astronomicos) aquelles que satisfazem ás leis mecanicas. Nenhum phenomeno terrestre obedece seja á lei dos trabalhos virtuaes, seja á da conservação da força viva. Conhecemos innumeraveis systemas que estão em equilibrio si bem que a somma dos trabalhos virtuaes seja nelles differente de zero, e não conhecemos nenhum systema terrestre que obedeça á lei de conservação. Explicamos esses factos pelo *attricto*. O problema que se apresenta é então fazer entrar o *attricto* nas leis mecanicas. Com tal fim foi introduzida a noção das "forças mecanicas de *attricto*", sem que se tenha conseguido — e não podia ser doutra forma — mais do que arranhar seriamente as duas leis fundamentaes dos trabalhos virtuaes e da conservação da força viva. Essas contradicções não desapareceram da sciencia sinão depois que Roberto Mayer mostrou que ao lado do trabalho mecanico e da força viva existem outras cousas ainda; que o trabalho mecanico e a força viva podem se transformar nessas cousas e que, em particular, no caso do *attricto* ha transformação dessas energias mecanicas em calor.

Dois caminhos se offereciam aos sabios que pretenderam fazer desaparecer essas contradicções. Um delles foi adoptado por Hel-

mholtz, Joule e a pleiade daquelles que lhes seguiram os passos. Consistia em estender a antiga concepção mecanista aos dominios não mecanicos; a lei geral da energia apresentava-se assim como uma consequencia da natureza supposta mecanica de taes dominios. Não pôra, com effeito, estabelecido, que essa lei era applicavel aos systemas mecanicos, ao menos como lei limite?

O outro meio foi empregado por Mayer. *Consistia em encarar os phenomenos mecanicos como constituindo sómente um caso particular das transformações geraes da energia*, que estão todas submettidas á lei da conservação. Dado isso, as leis mecanicas em questão não eram mais do que casos particulares da lei geral de energia; não se applicavam, sinão quando não entravam em jogo outras energias além das mecanicas. Assim se explicava porque as leis mecanicas de conservação nunca se verificam de modo absoluto nas operações terrestres. Não ha, realmente operações terrestres que sejam inteiramente isemptas de transformações de energia mecanica em formas não mecanicas de energia e, por consequencia, a nenhuma dellas se applicam estrictamente essas leis que não são validas sinão na hypothese em que taes transformações não tenham logar. Succede diversamente com respeito aos phenomenos astronomicos; são, neste caso, as energias mecanicas tão grandes e as possibilidades de sua transformação noutras especies de energia tão insignificantes, que na pratica podemos conceber e representar esses phenomenos como sendo puramente mecanicos (o que aliás já não se pode mais fazer no caso dos cometas).

Hoje não se deve mais hesitar para saber qual das duas concepções se ha de preferir. Para representar como convem os phenomenos physicos, é preciso que se disponha de tal forma a materia que serve para figural-os que ella reproduza estrictamente as propriedades do modelo. Si se tenta fazer semelhante copia por meio duma materia que possue já por si mesma propriedades de formas determinadas, introduzem-se no resultado elementos estranhos, elementos que não pertencem á natureza do modelo, mas á da materia. Essa imagem representa bem as cousas como estas se apresentam no nosso caso. O movimento espacial faz parte da essencia das operações mecanicas. Ora, pelo facto de que um corpo está carregado de electricidade, não se segue que elle manifeste nenhum movimento; assim, para poder descrever o seu estado com o auxilio das ideas fornecidas pela mecanica, foi-se obrigado a lhe emprestar um movimento, um movimento invisivel. Todo movimento tem direcções e velocidades determinadas; é-se pois ainda obrigado a emprestar a esse movimento invisivel certas direcções e certas velocidades, e, como não se pode constatal-as e medil-as, fica-se em face do problema seguinte: Que são esses movimentos e como se poderá determinál-os? Si semelhante problema se apresenta, não é de forma alguma, como vemos, em virtude da natureza do phenomeno a representar, pois que neste não se manifesta nenhum movimento; pode ser representado sem auxilio da noção de movimento. O problema proveio unicamente da hypothese gratuita de que tinhamos de nos haver com um phenomeno mecanico quando assim não é. Temos ahi, em todo o rigor da expressão, um pseudo-problema para empregar uma denominação muito justa que se deve a E. Mach.

Assim se explica que um tal trabalho de ajustagem jamais tenha conduzido a um resultado satisfactorio e que todas as hypotheses mecanicas emittidas até agora a respeito das diversas especies de

energia se tenham, cedo ou tarde, mostrado insufficientes. Em vastos dominios da Physica ellas estão hoje abandonadas. Começa-se a substituil-as por hypotheses electricas; mas si nos lembrarmos da sorte que tiveram as hypotheses electricas na Chimica, não poderemos nutrir grandes esperanças a respeito daquella que as aguarda na Physica.

Em face da concepção mecanista ergue-se a de Mayer que chamaremos a concepção energetica porque se baseia essencialmente sobre a noção de energia. Ella se appoia sobre o facto de serem as energias realmente differentes. Esse facto é incontestavel, porque, si as energias não fossem diversas, não as poderiamos distinguir umas das outras. Pode-se muito bem conceber que nos seja impossivel perceber differenças entre cousas que seres duma organização superior á nossa (seres taes como aquelles em que nós mesmos nos tornamos quando fazemos uso de instrumentos aperfeiçoados de observação) reconhecem como differentes. Mas é inadmissivel que cousas que reconhecemos como differentes sejam identicas; porque, si o fossem, não haveria evidentemente razão alguma para que ellas agissem de modos diversos sobre os nossos organs dos sentidos, suppondo, bem entendido, estados comparaveis desses organs. Assim, visto como sabemos distinguir a energia electrica da força viva e o trabalho mecanico da luz, podemos concluir com toda a segurança que essas energias são differentes.

A sciencia deve tomar como tarefa o realçar essas differenças com a maxima nitidez e exactidão, quando mais não seja para obter uma representação justa das realidades. Admittindo que todas as energias são energias mecanicas, trabalha-se em opposição a essa tarefa scientifica, porque apagam-se as differenças existentes em vez de as fazer resaltar e introduz-se na representação do phenomeno a estudar particularidades que lhe não pertencem, mas apenas ao que lhe foi gratuitamente addicionado, isto é, ás hypotheses formuladas a seu respeito. Ora, hypotheses Newton as repelle. «Hypotheses non fingo», declara elle. Logo depois de se ter assim exprimido, explica o que entende por hypothese. «Tudo o que não resalta do phenomeno é uma hypothese, e as hypotheses, sejam metaphysicas ou physicas, sejam mecanicas ou relativas a qualidades occultas, não devem ser admittidas na physica experimental. Nesta sciencia, do estudo dos phenomenos concluimos os principios e os generalizamos por meio da indução». Não é possivel melhor caracterizar o methodo da energetica: dos phenomenos ella conclue as propriedades das diversas especies de energia e generaliza essas propriedades por meio da indução. Entende-se por indução um processo logico que consiste em concluir, da concordancia dos resultados obtidos pela observação duma serie de casos, que a observação de todos os casos identicos que possam se apresentar no futuro conduzirá a resultados identicos aos dessa serie. Passou-se mais de meio seculo desde a descoberta da lei de transformação da energia e durante esse periodo fizeram-se mais experiencias e medidas do que em todos os seculos precedentes; entretanto nunca se observou um facto que não estivesse de accordo com a lei de conservação da energia. Pude-se demonstral-a até para phenomenos que entrados ha pouco no dominio da nossa experiencia, pareciam, emquanto eram mal conhecidos, desmentir absolutamente essa lei (citemos para exemplo o desprendimento constante de calor apresentado pelo radium) e não se foi mesmo obrigado, como no caso da maioria das leis naturaes,

a deixar ao futuro o trabalho de fazer desaparecer algumas contradicções.

Assim, devemos considerar Roberto Mayer o primeiro em data dos energetistas. A seu ver, a energia é um objecto real e elle a colloca como tal a par da materia de que, para elle, se distingue pela sua imponderabilidade. Elle repele nestes termos a hypothese segundo a qual a essencia do calor seria movimento: «Concluiremos antes o contrario, isto é, que para poder se transformar em calor o movimento deve deixar de ser movimento». A independencia por elle proclamada das differentes especies de energia é um facto tão importante como a sua capacidade de se transformar umas nas outras.

Em sua principal obra, Mayer é o primeiro a dar um quadro das diversas especies de energia conhecidas. Comquanto os progressos da sciencia hajam trazido muitas mudanças neste dominio, reproduzimos aqui essa synopse pelo seu interesse historico.

|     |                                              |                   |
|-----|----------------------------------------------|-------------------|
| I   | Força de queda.....                          | } força mecanica  |
| II  | Movimento { a) Simples.....                  |                   |
|     | { b) Ondulatorio, vibratorio.....            | } efeito mecanico |
| III | Calor                                        |                   |
| IV  | Magnetismo.                                  | } forças chemicas |
|     | Electricidade, Corrente galvanica.....       |                   |
| V   | Separção chimica de certas materias.....     |                   |
|     | Reunião chimica de certas outras materias... |                   |

Um traço que concorre para fazer com que consideremos Mayer um verdadeiro energetista, animado do espirito moderno, é a sua aversão pelas hypotheses. Elle escrevia ao seu amigo Baur estas palavras caracteristicas: «Uma hypothese é o que faz um algebrista quando em lugar do  $x$  do seu problema elle põe um  $u$ .» Não se pode indicar de modo mais frizante a que explicações illusorias conduzem as hypotheses que substituem a realidade immediata por uma imagem possivel.

Importa fazer notar aqui uma differença não levada em conta pelos numerosos amigos das hypotheses que se contam ainda hoje entre os homens de sciencia. Não deixam elles de observar, todas as vezes que a occasião se apresenta, que quando se estabelece uma lei natural, qualquer que seja, faz-se uma hypothese pois que se admitte, sem poder proval-o, que as cousas se passarão no futuro como sempre se passaram até o momento em que se está. Responderéi que isso não é uma verdadeira hypothese. Estas são supposições inverificaveis, ao passo que as supposições scientificas que ha já alguns annos eu propuz chamar *prototheses*, são estabelecidas com o fim de ser verificadas e possuem, por consequencia, a propriedade inversa, a da verificabilidade.

Assim, uma supposição pertencerá ou não á cathegoria daquellas condemnadas por Newton e Mayer conforme ella for ou não impossivel de verificar. Si eu admitto que a electricidade consiste num movimento de rotação do ether, faço uma hypothese porque essa supposição não poderá ser verificada (pelo menos com os meios de que dispõe actualmente a sciencia), e, por conseguinte, não conduz a um conhecimento mais completo ou mais exacto dos phenomenos que visa. Ao contrario, leva a um numero immenso de pseudo-problemas da especie dos que atraz caracterizámos e dá lugar assim a

vão desperdício duma energia mental de que a sciencia devera beneficiar, constituindo serio obstaculo aos seus progressos. Si, porém, ao contrario eu admitto que um corpo novamente descoberto e de cujo aspecto inferi que é um gaz segue as leis de Mariotte e de Gay-Lussac, formulo uma protothese, protothese que poderei verificar no caso em que tenha alguma causa para duvidar da sua exactidão. Com essa verificação, qualquer que seja o resultado, enriqueço a sciencia, porque chegarei a provar ou que o novo corpo obedece tambem elle ás leis geraes ás quaes estão os gazes sujeitos, ou — e esse facto será ainda mais notavel — que uma substancia existe que, comquanto tenha todas as apparencias dum gaz, não se submete ás leis que se applicam a todos os gazes até agora conhecidos.

Como dissemos, deve-se considerar Mayer como o primeiro em data dos energetistas. Deve-se considerá-lo como tal, embora elle se tenha adstringido ao vocabulo *força* para designar o que hoje se chama energia. Inversamente, não se pode considerar como energetista o homem a quem a Energetica deve o seu nome. Esse homem é o engenheiro inglez Marquorne Rankine que, em 1855, publicou um esboço duma sciencia que elle chamava Energetica. Nesse trabalho o autor pretendia compreender por meio dalguns principios geraes todo o conjuncto da Physica e da Chimica. Sob esse ponto de vista elle é comparavel a Mayer que no seu quadro synoptico das *forças* atraz reproduzido não olvidara os phenomenos chimicos. Mas o que distingue nitidamente Rankine de Mayer, e com desvantagem do primeiro, é que elle se cinge absolutamente á hypothese mecanista de Jòule e de Helmholtz, desconhecendo assim o que ha de essencial na verdadeira energetica, a saber, que ella não tem necessidade de recorrer a hypothese alguma.

Encontram-se ainda hoje na nomenclatura empregada em energetica traços das ideas erroneas que Rankine propagou: queremos falar dessa distincção entre *energia actual* e *energia potencial* que elle introduziu na sciencia e que foi depois adoptada por Thomson e por muitos outros. Si essa distincção foi feita, é preciso procurar-lhe a razão na hypothese mecanista. Segundo esta, toda energia é ou uma força viva ou uma força de tensão. Tomemos um exemplo. Uma massa determinada tem, segundo Rankine, força de tensão quando ella se acha acima do solo e pode por consequencia fornecer trabalho pela sua queda; tem força viva quando percorreu a distancia que a separava do solo e adquiriu portanto uma certa velocidade, velocidade essa correspondente á distancia; emfim, a sua energia se compõe dessas duas especies de energia acima citadas quando a sua queda está se effectuando.

Em primeiro logar, é já ousado o não considerar entre essas duas especies de energia sinão a força-viva como energia actual, isto é, *real* e encetar a outra como simplesmente potencial, isto é, como possivel mas não real, porque, de accordo com a lei de conservação, toda energia é tão real quanto é possivel ser real alguma cousa; de mais não é legitimo admittir que uma energia que não é real porque não está presente possa se transformar em energia real e vice-versa.

Em segundo logar é formular uma hypothese inteiramente gratuita o dizer que não existe outra energia sinão sob essas duas formas de energias mecanicas e que por consequencia toda energia que encontramos hoje ou que possamos encontrar no futuro na na-

tureza deve necessariamente ser mecanica. O que ainda melhor mostra quanto é pouco nitida a distincção que Rankine faz entre as energias actuaes e as energias potenciaes, distincção essa que ainda hoje se encontra reproduzida em muitos livros recentes, é que ha um certo numero de energias bem conhecidas a respeito das quaes não ha accordo, opinando uns que ellas são actuaes e outros que são potenciaes. Vê-se por isso que não ha signal objectivo pelo qual se possa reconhecer si uma energia é potencial ou actual. E' puramente em virtude duma convenção arbitraria que, por exemplo, a energia chimica é considerada como potencial e seria bem difficil explicar o que é que a impede de ser classificada como actual.

A unica forma legitima de compreender as expressões *potencial* e *actual* applicadas á energia é considerar como actual a energia presente no momento dado e como potencial uma energia que nas circumstancias do momento pode se formar por meio da energia actual. Si se attribue áquellas expressões esse sentido, a força de tensão ou energia de distancia que se acha numa massa elevada acima do solo é actual e a energia de movimento que ella contem é potencial; o inverso se dá depois da queda. No caso do pendulo, a energia de distancia é actual quando elle se acha no alto da sua trajectoria, a energia de movimento é actual quando elle se acha no ponto mais baixo da mesma e durante as oscillações essas duas energias trocam constantemente os seus caracteres.

Si negamos todo valor sob o ponto de vista do desenvolvimento da energetica ás ideas de Rankine, as quaes, além do mais, carecem de clareza, manda a justiça que façamos excepção para uma dellas. Essa idéa não o conduziu, é verdade, a resultados definidos, mas outros tiraram della um partido importante. Elle fez notar que as energias mais diversas podem todas ser representadas por um *producto de dois factores* de que cada um tem um caracter que o differencia positivamente do outro e que é o mesmo para todas as energias. Chamando provisoriamente *intensidades* os factores duma especie e *extensidades* os de outra, dir-se-á que um dos factores duma energia qualquer é da natureza duma intensidade e o outro da natureza duma extensidade. Rankine apresentara a sua observação sob uma forma bastante bizarra, mas nem por isso ella deixou de representar um papel importantissimo na construcção da energetica geral.

Wilhelm Ostwald.

(Trad. para *Egalea*)

*Nota do Traductor* — Ostwald é talvez demasiado severo na sua forma de julgar o trabalho de Rankine. Si é verdade que este commetteu o erro de submeter a Energetica á hypothese mecanista, o que aliás foi um erro geral de seu tempo, não se lhe deve escurecer o merito grande que tem. A elle se deve, além da enunciação do principio de que toda a forma de energia se reduz a um producto de dois factores, a concepção, verdadeiro rasgo de genio para a sua epoca, de que o estudo da energia se poderia systematizar num corpo unico de leis, constituindo uma verdadeira sciencia.

