

H₈ – HEURÍSTICA NA FÍSICA

GHIOTTO, Renato Carlos Tonin – Instituto de Física – USP

A multiplicidade de códigos gerada pela Revolução Industrial e as necessidades decorrentes da divisão do trabalho, ramificando todo o conhecimento em áreas especializadas, impuseram a necessidade de metodologias abrangentes para fins operacionais e de controle dessa massa de informação. Nesse sentido foram desenvolvidas três novas áreas do conhecimento: A Teoria da Comunicação e da Informação, a Cibernética e a Heurística. Esta Última é definida como a ciência do pensamento criador. Operando com elementos de estatística e de probabilidades, busca decodificar os mecanismos mentais do pesquisador no processo da descoberta e formalizar uma "álgebra das idéias". Verificou-se que esses mecanismos são independentes de área do conhecimento onde se situa o pesquisador, existindo portanto constantes mentais que afloram no ato da descoberta, sendo preocupação da heurística a determinação dessas constantes.

De posse desses elementos, é montada uma metodologia heurística, que consiste em técnicas estruturais baseadas na teoria da informação, cujo objetivo é servir de gatilho para detonar mecanismos que geram o novo, oferecendo linhas de direção ao pesquisador, sem efeitos limitativos.

O presente trabalho aborda as possibilidades da metodologia heurística no ensino de física numa tentativa de imprimir um caráter criativo no aprendizado dessa ciência.

A multiplicidade de códigos gerada pela Revolução Industrial e as necessidades decorrentes da divisão do trabalho, ramificando todo o conhecimento em áreas especializadas, impuseram a necessidade de metodologias abrangentes para fins operacionais e de controle dessa massa de informação. Nesse sentido, foram desenvolvidas três novas áreas do conhecimento: a Teoria da Comunicação e da Informação, a Cibernética, e a Heurística (do grego "heuriskein" = o que se refere a descoberta). Esta última é definida como a ciência do pensamento criador. Operando com elementos de estatística e de probabilidades, busca decodificar os mecanismos mentais do pesquisador no processo da descoberta e formalizar uma "álgebra das idéias".

Seus objetivos são obter o controle desses mecanismos derivando daí uma série de procedimentos chamados de métodos heurísticos, cujo fim é dar linhas de força ao pesquisador, remetendo-o ao novo. Esses métodos são basicamente técnicas estruturais baseadas na teoria da informação, que abrem possibilidades novas de sondagem na pesquisa. Sua eficácia envolve algumas características básicas do operador, pois o remete a uma "aventura intelectual", devendo este sempre fugir das tradições explicativas, ou seja, manter o espírito livre de doutrinas dogmáticas, onde o próprio método está sujeito a questionamento.

Situada na intersecção de várias ciências: Psicologia Experimental, Cibernética, Matemática, etc., e operando analógicamente com seus resultados, a Heurística vem desvendando importantes parâmetros da atividade criativa. Tem-se verificado que os mecanismos mentais, que se manifestam na descoberta, independem do campo fenomenológico onde se situa o pesquisador. Assim; um mecânico, ao descobrir o defeito de uma máquina, ou um matemático, ao formalizar uma nova equação, apesar dos procedimentos diferentes, funcionaram em suas cabeças estruturas análogas.

Isso revela que existem constantes mentais que aflo-

ram no ato da criação. Não está claro ainda, o que, e quais são estas constantes. Sua descoberta e formalização matemática constituem o problema central da heurística, cuja efetivação abrirá enormes campos de aplicação, pois seus métodos já são simulados em computadores.

De acordo com Wallas¹, o processo da descoberta pode ser esquematizado em cinco estágios:

- 1º) A documentação: é a conscientização do pré-existente, onde o pesquisador assimila as informações já formalizadas.
- 2º) A incubação: as idéias adquiridas no primeiro estágio são incubadas no subconsciente, aparentemente, sem conexão lógica.
- 3º) A iluminação: é o "Eureka" de Arquimedes. As pesquisas de documentos deixados por alguns descobridores, que registraram o que se passou em suas cabeças durante a criação, sugerem que este momento heurístico é desenvolvido no subconsciente e controlado pelo aleatório, ou seja, é imprevisível o instante de vislumbre da solução do problema. H. Poincaré, preocupado em provar a inexistência de funções idênticas às Funções de Fuchs, relata: "Certa feita, por ter tomado, contra meus hábitos, uma pequena xícara de café, não pude dormir. As idéias atormentavam-me o cérebro. Sentia como se estivesse havendo um choque entre elas. Até que, afinal, poder-se-ia dizer, duas delas se uniram, formando uma combinação aceitável. Pela manhã, parte do problema estava resolvido."² Ainda: "Foi no instante em que pus os pés no estribo do Ônibus de Coutances que me veio a idéia de que as transformações que eu havia utilizado para definir as funções fuchsianas eram idênticas às da geometria não euclidiana e eu o senti com uma clareza perfeita."³
- 4º) A verificação e 5º) a formulação, estágios posteriores, são as partes mais exaustivas, que exigem muito mais mão de obra do pesquisador do que imaginação.

É importante observar que esta esquematização do Processo da Descoberta é apenas um quadro geral, não significando que as coisas acontecem sempre assim e nessa ordem.

A Heurística ainda é um edifício inacabado, mas seus alicerces sugerem importantes aplicações em todas as ciências que se movem criativamente.

HEURÍSTICA NA FÍSICA

Acreditamos, como A.N. Whitehead, que "a função apropriada da universidade é a aquisição imaginativa de conhecimentos" e "ou a universidade é imaginativa ou pelo menos, nada de útil"⁴. Nesse sentido, é que vemos a importância da introdução dos métodos heurísticos no ensino da Física, já que não existe física sem imaginação.

Tomaremos como exemplo o método da matriz da descoberta. Este método consiste na apresentação de conceitos dispostos estruturalmente, possibilitando a extração de relações que gerem situações novas. Esta matriz (ver exemplo na p.) pode ser operada em várias dimensões e não apenas por pares de conceitos determinados pelo plano do papel.

O exemplo mais famoso de uma matriz de descoberta é a Tabela de Mendelejew ou Tabela de Classificação Periódica dos Elementos Químicos. O original da tabela apresentava várias casas vazias que induziam os químicos a preenchê-las, pois as propriedades dos elementos químicos desconhecidos eram previstas pela disposição das casas vazias na tabela matricial. Mesmo apresentando falhas, no começo, pois não explicava rigorosamente os fatos reais, a Tabela Periódica afirmava seu valor heurístico a cada elemento descoberto.

No ensino de Física, esse método heurístico teria grande valor. Basta dispor os conceitos ensinados em forma de matriz e oferecer possibilidades ao aluno de *pesquisar* as casas vazias. Dessa forma, além do aprendizado ser imaginativo, o estudante teria a chance de se iniciar na pesquisa, livrando-se, assim da pesada carga de "idéias inertes" com que é bombardeado no atual estado de coisas.

CRIAR É UMA QUESTÃO DE TREINO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) In MOLES, A. - *A criação científica*, Editora Perspectiva, São Paulo, 1971, pp.162/163.
- (2) In PUCHKIN, V.N. - *Heurística - A Ciência do Pensamento Criador*, Zahar Editores, 1969, p.9.
- (3) In MOLES, A. - *Op.cit.*, p.164.
- (4) WHITEHEAD, A.N. - *Os Fins da Educação*, Cia Editora Nacional, São Paulo, 1969, p.105.

heurística

Exemplo de Matriz de Descoberta em Física (detalhe,p.102):

variável influenciante							
variável influenciada	campo magnético H	indução magnética B	campo elétrico E.	forças ou acelerações y	deslocamentos dx	resistividade p	constante dielétrica S
campo magnético H		suscetibilidade mag.					
indução magnética B	para e ferromagnetismo					supracondutivid.	
campo elétrico E				Bary-Piezo-eletricidade			
forças ou acelerações y							
deslocamentos dx		magnetos fricção	Piezo-eletricidade inversa				
Resistividade p	efeito Hall						
constante dielétrica E			polarização dielétrica				
Densidade ω		eletrosfricção					
resistividade luminosa T							
raios espectrais λ	efeito Zeeman	efeito Cotton	efeito Stark				