

- 34) Kollmannsberger C., Hartmann J.T., Kanz L., and Bokemeyer C. 1999. Therapy-related malignancies following treatment of germ cell cancer. *Int J Cancer*, 83, 860-863.
- 35) Dunne-Daly C.F. 1999. Principles of radiotherapy and radiobiology. *Seminars in Oncol Nurs* 15, 250-259.
- 36) Boorstin D., *The Discoverers*. New York, NY: Random House Inc; 1983. As quoted in: Jonas W. *Alternative Medicine— Learning from the past, examining the present, advancing to the future*. JAMA 1998;280;1616-1617.





Sérgio Norberto Razente

*Investigador de I&D*

Carlos Fernandes da Silva

*Universidade do Minho*

## Efeitos PSI e graus de aleatoriedade

### Resumo

O presente artigo é resultado de uma investigação teórica e experimental realizada na Unidade I&D de Psicofisiologia e Neuropsicologia Clínica da Universidade do Minho, financiada pela Fundação Bial, projecto 35/96. Analisa a possibilidade de uma abordagem estocástica como explicação dos efeitos psi encontrados nas investigações laboratoriais conhecidas. Tais "efeitos" podem ser interpretados como flutuações dos graus de acaso entre os sistema de medida experimental. O modelo prediz que em todas e qualquer séries de sequências aleatórias, os procedimentos normalmente utilizados para avaliação da aleatoriedade de um sistema, tais como o cálculo sobre o número de vezes que aparecem determinado sinal e suas posições de vizinhança na totalidade de uma série obtida, dada pelas fórmulas  $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

e  $\chi^2 = \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$  embora sejam necessárias, não são suficientes para esta avaliação. O problema está no método empírico mais que na avaliação matemática.

O presente estudo propõe um estudo empírico mais amplo destes cálculos com vista a saber sobre a «fonte» geradora de eventos "aleatórios". Em termos epistemológicos, o modelo de Graus de Aleatoriedade representa para as investigações "psi" um instrumento restritivo, no qual, os experimentadores terão que considerar na avaliação da possibilidade de psi. Para que "psi" seja uma inferência válida não basta que um investigador obtenha um número estatisticamente significativo de acertos em uma tarefa de percepção extrasensorial, onde não se pode determinar a "propensão" do sistema, e conseqüentemente não se pode rejeitar a "hipótese nula" num teste z.

## Efeitos experimentais PSI

A definição operacional de “psi” procura especificar uma *interacção* entre um *sistema biológico* e outro(s) *sistema(s)*, biológico(s) ou não, *em condições de isolamento electromagnético, químico ou mecânico*. Se a interacção se manifesta sob a forma de partilha de informação, trata-se de ESP (extra-sensorial perception); se implica deformação física ou movimento, trata-se de PK (psicocinesia). Nas últimas décadas foram realizados muitos estudos laboratoriais devidamente controlados (Rhine & Pratt, 1966; Beloff, 1976; Rao, 1984; Palmer, 1986; Rao & Palmer, 1987; Jahn & Dunne, 1987; Dean & White, 1991;). A maioria dos investigadores propõem um “factor psi” como explicação (Rush, 1986), e uma meta-análise destes experimentos, efectuada por Bem e Honorton (1994) e *publicada no Psychological Bulletin*, apenas no domínio da ESP (incluindo visão remota e *ganzfeld*) e da  $\mu$ PK (micro-psicocinesia) ocorriam efeitos *psi* estatisticamente significativos.

Todavia, não há actualmente um acordo geral quanto à natureza deste tipo de efeito estatístico *raramente* obtido nas experiências (Alcock, J.E., 1987). Para alguns autores o problema não é empírico nem experimental, mas uma questão controversa em termos de paradigma (Mishlove, V, 1983).

Os teste “psi” clássicos, procuram estabelecer alguma avaliação quantitativa sobre processos aleatórios. O procedimento standart para testes de “percepção extra-sensorial” costumam representar basicamente uma teste de adivinhações sobre a séries de um Alvo. São métodos com técnicas de “resposta fechada”. No passado se utilizava como “alvo” uma baralho com 25 cartas (baralho zener) contendo 5 símbolos (círculo, estrela, quadrado, ondas e cruz) repetidos 5 vezes. A tarefa dos sujeitos consiste em apontar qual é a sequência dos símbolos no baralho aleatorializado e ocultado das vistas do indivíduo. Este procedimento é repetido 8 vezes para que um número significativo de experimentos seja obtido, num total de 200 tentativas. Assim, no final dos testes, o experimentador compara as séries do Sujeito com as séries do Alvo, e através de procedimentos estatísticos, calcula a probabilidade de um resultado (número de acertos obtidos pelo sujeito) se dar por acaso, ou fora do esperado por acaso. Pode fazer uma tabela de contingência e extrair o Qui-quadrado. No caso da experiência ESP aqui exemplificada, em 200 tentativas o indivíduos tem que acertar pelo menos 55 vezes para que o resultado seja significativo com valor de  $p=0,01$ .

Quando um resultado mostra uma probabilidade muito baixa de ter ocorrido pelas leis do acaso, os investigadores têm classificado tal efeito estatístico como evidência de “psi” isto é, de alguma faculdade extrasensorial de interação com o “alvo” desde de que, tenham sido controladas todas as variáveis que poderiam explicar este resultado (Beloff, 1976).

Diversas investigações experimentais foram realizadas neste campo de estudo (ver Foundation of Parapsychology, Palmer, J., Rush, Morris, R., 1986), e os manuais mostram um modelo standart de trabalho, como por exemplo no *The Basic Experiments in Parapsychology* editado por K. Ramakrishna Rao e representando diferentes autores, dentre os quais, o trabalho de Schmidt com máquinas geradoras de eventos aleatórios. Os cálculos estatísticos para avaliação dos resultados experimentais dos testes psi são os mesmos aplicados na ciências experimentais de uma forma geral (Rao, K. R., 1984).

Todavia, embora um parapsicologista seja capaz de decidir que seus resultados não são devidos ao acaso (significativos na ordem de  $p = 0,01$ ) não é capazes em determinar no número total de acertos obtidos num teste ESP: a) quais acertos se deram por puro acaso e; b) quais se deram pelo suposto factor psi (Alcock, J.E., 1987). Não é possível ainda responder a este problema, mas o coeficiente “psi” de Timm proporciona uma medida que permite esta determinação dos acertos devido a *hipótese psi*, e dos acertos devido ao acaso, de forma que para a tarefa do parapsicologista estar completa, falta obter resultados psi experimentais significativos. (Stokes, 1991). Em adição, e relacionamos com o mesmo problema, na investigação psi resultados com valores de  $p = 0,01$  podem ser aceites como evidência de psi por um determinado investigador e não ser aceite por outro, porque este poderia preferir o índice de significancia inferior a  $p < 0,001$  (Alcock, J.E., 1987).

Em essências, as investigações psi de que se está a referir utilizam geradores de eventos aleatórios como “alvo” nos seus testes experimentais, de forma que interessa saber se tais “sequências” geradas não apresentam certos “padrões” que invalidariam o resultados de testes para medir “percepção extrasensorial”. Com relação a avaliar se uma determinada série não é aleatória, a comunidade de investigadores costuma utilizar a fórmula de equiprobabilidade ( ) que determina o quantidade total de vezes que cada um dos elementos (neste caso os símbolos zener) aparecem num longa série de 200 tentativas de adivinhações. Este procedimento é aplicado para saber se o REG gera sequência que não são aleatórias e que, poderiam não validar os resultados experimentais por sugerir que os sujeitos em

teste acertam mais do que o esperado pelo acaso, devido ao aparecimento de padrões rígidos que os sujeitos poderiam aprender e utilizar a seu favor num teste como este de adivinhações (Palmer, 1986).

Outro procedimento ainda em relação a aleatoriedade das sequências, diz respeito a posição de vizinhança entre os diferentes símbolos. No primeiro caso, vimos que interessa saber quantas vezes aparece cada um dos elementos (símbolos zener) numa soma total, e no segundo caso, interessa saber se aparecem padrões em relação a vizinhança dos elementos, p.x., seguido de “estrela” pode ocorrer mais do que deveria por acaso, um outro elemento como “círculo”. Para avaliar a possibilidade destas tendências, pode-se então fazer uma matriz e aplicar a fórmula ( ) sobre os dados obtidos (Palmer, 1986).

Recomendações em relação a aleatoriedade são diversas, seja em relação ao tipo de experimento que foi exemplificado anteriormente, seja para outros tipos de investigações psi tais como Ganzfeld (Bem, D.J., & Honorton, C., 1994). A avaliação que se fez aqui - onde se propõe explicar os “efeitos” estatísticos acima do acaso devido aos “graus de aleatoriedade” em contraste com a “hipótese psi” - não se aplica por exemplo às experiências Ganzfeld, mas à qualquer experimento com métodos de “resposta fechada” cujo “alvo” do teste seja uma sequência de eventos aleatórios, como por exemplo REGs equipados com circuitos eletrônicos e /ou outros geradores computacionais e de decaimento radioactivo. Ainda assim, alguns investigadores tais como Schimidt (Palmer, J., 1996) procurou fazer avaliações precisas para determinar sobre a aleatoriedade do sistema de medidas.

### **Graus de aleatoridade**

A discussão em torno do problema do acaso ou do aleatório, segundo a posição de diferentes autores, se resume num ponto de vista segundo o qual, podemos encontrar na natureza diferentes sistemas com diferentes quantidades mensuráveis de «aleatoridade», de forma que o conceito de *grau de aleatoridade* se ajusta com outros conceitos discutidos no campo de estudo, tais como o carácter objectivo ou subjectivo da interpretação de «aleatoridade» e como pode ser medida.

David Ruelle resume a discussão entre acaso/determinismo como um pseudo problema onde, “...não há incompatibilidade lógica entre acaso e determinismo pois o

estado de um sistema no instante inicial, em vez de ser fixado de modo preciso, pode ser distribuído de acordo com uma certa lei do acaso....Na prática, o estado de um sistema no instante inicial nunca é conhecido com uma precisão absoluta, ou seja, admite-se sempre um pouco de acaso no estado inicial do sistema” (Rulle, D., 1991).

Por um lado, Jacques Lorigny reconhece “...a inexistência do acaso material e a sua natureza puramente relacional e centrada sobre os organismos autónomos” sendo que o acaso enquanto relação, possui ao mesmo tempo um sentido objectivo e subjectivo. Nesta perspectiva:

“ O mesmo se passa com as seqüências engendradas por um programa de computador. Com efeito, o teorema de Godel ensina que qualquer sistema formal, sendo por natureza finito, possui uma capacidade finita de geração de diversidade e, em consequência, não pode engendrar uma seqüência aleatória tão longa quanto se desejava. Ele possui as suas limitações intrínsecas e a independência dos lances sucessivos não constitui uma garantia para além de uma certa extensão da seqüência, que serve, aliás, para definir a medida de «complexidade» do sistema gerador” (Lorigny, J., 1996).

Por outro lado, Popper caracteriza a aleatoriedade em termos objectivos e de igual forma à entropia. A sua análise é aplicável a estados de gases com grande número de moléculas e ou seqüências muito longas. Faz uma análise de “estados aleatórios” e de “seqüências aleatórias”. A descrição do primeiro caso é análoga ao segundo, de forma que pelas equações de Popper define-se a “aleatoriedade máxima” de uma seqüência correspondente a sua “entropia máxima” onde, para um lançamento de moedas, “Seja  $N$  o comprimento de uma seqüência  $S$  muito longa e seja  $n$  o maior inteiro tal que  $2^{n+1}$  é menor do que  $N$ . Podemos então chamar à seqüência  $S$  «perfeitamente aleatória» se e só se o número relativo de ocorrências de qualquer par, tripleto...,  $n$ -pleto de zeros e de uns se desviar de qualquer outro par, tripleto...,  $n$ -pleto não mais do que  $d = n/N$ ”. A aplicação prática procura distinguir os diferentes “estados” ou “seqüências” segundo sua estrutura interna e não por serem indiscerníveis relativamente a sua probabilidade. Interessa nesta análise de Popper as “propriedades estruturais das seqüências” para saber se uma dada seqüência tem alguma “propriedade estrutural” da desordem ou da ordem (Popper, 1992).

Apoiados nestes fundamentos, e avançando para uma operacionalização da mecânica do processo que permita generalização ou lei, consideramos episte-

mologicamente que todos os Sistemas Físicos da natureza são objectivamente “pseudo-aleatórios” mas com *graus de aleatoriedade* diversos, em função das “condições iniciais” diversas de cada sub-sistema da natureza que, por sua vez, constituem «geradores» de eventos aleatórios igualmente diversos. Sob o ponto de vista matemático, a aleatoriedade como *espectro* permite ser avaliada por equações tais como os axiomas de von Mises e Karl Popper, de forma que, as “propensões” dos sistemas constituem a medida objectiva do *grau de aleatoriedade* obtidas pela teoria de frequência deste tipo.

A posição epistemológica assumida aqui, embora contenha parte das diferentes correntes de pensamento (objectivistas e subjectivistas) e ser de resto indiferentes a elas, introduz em acréscimo ao conceito e definição operacional de «aleatoriedade», a predição da impossibilidade de qualquer Sistema Gerador de eventos aleatórios, se Físico, não variar ao longo do tempo segundo alguma propensão, dado igualmente da impossibilidade de manter sempre as mesmas “condições iniciais” para cada evento gerado. Logo, o “princípio de independência” para os sistemas aleatórios não é, nunca, um sistema onde exista completa “independência” entre cada um dos eventos aleatórios, de forma que todo e qualquer gerador varia o «grau» de pseudo-aleatoriedade em função do tempo e sucessão de eventos, o que justamente constitui serem empiricamente pseudo-aleatórios. Esta nova análise transfere o interesse em avaliar se uma dada série é o não aleatória, para a ideia de medir efectivamente a «aleatoriedade» do «Gerador» através das medidas da quantidade de pseudo-aleatoriedade das séries de eventos de que ele produz.

Assim, e respondendo as questões da “percepção extrasensorial” em psicologia, esta posição epistemológica de «grau de aleatoriedade» levou o primeiro autor propor um modelo experimental em que, duas máquinas fotográficas são dispostas frente a frente, cada uma delas ligada a um gerador pseudo-aleatório distinto e que dispara cada vez que surge o número 3 num conjunto de números possíveis de 1 a 5. Cada máquina irá disparar uma série de 200 fotografias e a máquina “A” começa com uma sequência altamente aleatória, tornando-se progressivamente menos aleatória, enquanto a máquina “B” funciona em sentido contrário no que diz respeito à variação onde, começa com uma sequência pouco aleatória, tornando-se progressivamente mais aleatória,. Consegue-se prever que, neste caso, em torno do dispositivo número 100 em cada um dos rolos de 200 fotografias se encontrará o maior número de fotografias simultâneas, se e tão somente se, o número 3 aparecer 50% das vezes a meio dos rolos (Razente, 1997).

Se deslocarmos este modelo para a investigação experimental psi, e substituirmos as duas máquinas fotográficas por dois indivíduos em teste de ESP, os efeitos psi seriam coincidências entre bio-sistemas, em virtude de serem geradores pseudo-aleatórios e, ciclicamente, apresentarem certas “correlações de estados”. Estas tendências poderiam ser analisadas segundo um modelo epistemológico específico de graus de aleatoriedade dos sistemas onde:

*Toda e qualquer série obtida empiricamente (por processos que obedecem a leis naturais) é sempre pseudo-aleatória; e seu espectro de aleatoriedade, ou seja, o quanto é (pouco ou muito) aleatória, é sempre determinado pelas características da fonte de aleatoriedade.*

## Demonstração empírica

### Series de geradores

Em uma investigação experimental coordenada pelo Prof. Doutor Carlos Fernandes na Unidade I&D de Psicofisiologia e Neuropsicologia Clínica da Universidade do Minho, e financiada pela Fundação Bial (projecto35/96), foi utilizado como gerador de eventos pseudo-aleatórios, o programa informático Turbo C (Wiener R S., 1991, p.15-17):

```

}
void pegahora ( unsigned *hora,
                unsigned *minuto, unsigned *segundo, unsigned *centesimos )
{
union REGS regent, regsai;
regent.h.ah = 0x2C;
intdos ( &regent, &regsai );
*segundos = regsai.h.dh;
*centesimos = regsai.h.dl ;
*hora = regsai.h.ch ;
*minuto = regsai.h.cl ;
}
float aleatorio real ( void )
}
unsigned h, m, s, ce;
/* Usados para pegar a hora corrente do sistema */
unsigned c;
float r;
int indice;

```

```

/* este código é executado uma vez */
if (primeiro)
{
  pghora (&h, &s, &m, &ce)
  semente1 = ce + m + 2 * s;
  semente2 = h + s * m + s;
  semente1 *= 2;
  semente2 *= 2;
  if (semente1 > max) semente1 -= max;
  if (semente2 > max) semente2 -= max;
  /* Prepara o gerador. r nunca é usado */
  primeiro = 0;
  for (indice = 1; indice <= 30; indice++)
    r = aleatório real ();
}
c = semente1 + semente2;
if (c > max) c -= max;
c *= 2;
if (c > max) c -= max;
semente1 = semente2;
semente2 = c;
return ((float) c / 32767.0);
}
int aleatorio (int inferior, int superior)
{
  float r, t;
  int c;

  r = (float) superior - (float) inferior + 1.0;
  t = r * aleatorio real ();
  c = (int) t;
  return (inferior + c);
}

```

E cuja série resultante:

```

31215543241335433125433535541312535553425222135343444511311
12541311325342114521445144523425112422253542142534125335522
3552335124453511253424131331554331244331241553412451144323
444455313114451131131143

```

Ocorre que a série tendo grandes proporções, digamos 12.400 mil dígitos obtidos pelo computador, mostrará que um dado padrão de repetição ocultado, isto é, de que não está previsto no Algoritmo do programa informático, mas nem por isto não representar uma função  $f(x = n_v4)$ , se repete formando um ciclo e devido a

isto, numa sequência de grandes dimensões haverá um conjunto de algoritmos mínimos nos intervalos entre estes padrões. No caso da nossa experiência, a série de 12.400 partida em 62 porções de 200 dígitos cada uma, mostra padrões aumentaram para repetições cada vez maiores. Independentemente de quantas vezes aparecem em cada parte de 200 dígitos, no total de 12.400 os padrões:

1111 - apareceram: 06 vezes;

2222 - apareceram: 37 vezes;

3333 - apareceram: 00 vezes;

4444 - apareceram: 50 vezes;

5555 - apareceram: 07 vezes;

O máximo de repetições «4» que aparece em alguma dada série de 200 dígitos, foi 9, por exemplo, para o número 4 apareceu pelo menos uma série com um segmento de «4» = (444444444), seguida de outras séries com seguimentos de «2» = 22222222. Mas a propensão é claramente em função do «4» porque o aparecimento de «2» = 2222 é menor que «4» = 4444.

No caso da nossa amostra aqui com  $N = 12.400$  algarismos enfileirados, num total de 62 séries partidas (geradas separadamente) de 200 algarismos cada: o padrão «4» = 4444 aparece pelo menos uma vez em 31 séries, o padrão «2» = 2222 aparece pelo menos uma vez em 26 séries; o padrão «5» = 5555 aparece e 6 séries; o padrão «1» = 1111 em 5 séries; e o padrão «3» = 3333 não aparece em nenhuma série.

Assim, pode-se comparar duas sequências tiradas do mesmo gerador e medir o grau de semelhança entre elas. Uma questão que então deve ser observada é a complexidade que existe entre situações experimentais e os fenômenos aleatórios empíricos da natureza.. Duas séries aleatórias podem ser emparelhadas de modo que se possa medir correlações. É preciso especificar os geradores, e para o nosso exemplo aqui, temos dois diferentes geradores de séries pseudo-aleatórias, a saber: do computador e de um sujeito seleccionado entre 62 outros sujeitos.

*Computador:*

31215543241335433125433535541312535553425222135343444511311  
12541311325342114521445144523425112422253542142534125335522  
35523351244535112534241313315543312443312415534124511443234  
44455313114451131131143

Sujeito:

42135342131245135422341431524531253143145243125341213543213  
 45135213214543125324132154351314215423142541352132145215342  
 14312352314531452145312151432214531452134521431521435413254  
 23153213453214531452143

A análise da distribuição das duas séries mostra quantos dígitos coincidentes apareceram ao longo das séries. Ocorre que no nosso exemplo há um número de correlações maior do que deveria por “acaso”, já que o evento é descrito com probabilidade de ocorrência de  $p=0.01$ . A prática científica contemporânea recomenda sugerir hipóteses alternativas e rejeitar a hipótese nula.

No caso do modelo de *grau de aleatoriedade*, algum padrão nas sequências devem permitir *normalizar* os resultados para  $p>0.05$ . Ou seja, deve explicar este dígitos virtual numa série de 200 dígitos. A hipótese de *grau de aleatoriedade* das séries ser a causa dos resultados com  $p=0.01$ , não depende somente dos factores analisados anteriormente. A forma da sequência precisa ser determinada por intermédio de outros procedimentos.

Computador:

3121554324133543312543353554131253555342522213534344  
 4511311125413113253421145214451445234251124222535421  
 4253412533552235523351244535112534241313315543312443  
 31241553412451144323444455313114451131131143

Sujeito:

42135342131245135422341431524531253143145243125341213  
 54321345135213214543125324132154351314215423142541352  
 132145215342143123523145314521453121514322145314521345  
 2143152143541325423153213453214531452143

(Os números em negrito mostram as correlações, e em negrito com tamanho maior, os padrões. Notar que há pelo menos uma correlação entre o surgimento do padrão 4444, no primeiro dígito desta sequência).

A comparação entre as duas séries mostra que há um número de 55 correlações. O procedimento consiste em comparar do primeiro ao último dígito, quais os números coincidentes, por exemplo, o primeiro dígito que coincide em ambas as séries é o quinto com o número 5, e assim por diante. Notar que a soma total de correlações excede o esperado por puro acaso.

Dado que nem a média móvel, moda e gráficos de colunas mostraram algum padrão associado com o resultado de 55 correlações, outras características de ambas as séries precisam ser conhecidas para explicar o desvio fora do acaso. Uma análise apressada e superficial destas duas séries de números distribuídos ao acaso pode facilmente esgotar-se e dirigir o raciocínio a rejeitar a hipótese nula em favor de qualquer outra hipótese alternativa. É nesta fase dos procedimentos experimentais que muitos investigadores têm postulado factores causais diversos como explicação do fenómeno (desvio estatístico).

Mas no caso das nossas séries analisadas aqui, há elementos que depois de um escrutínio mais cuidadoso, permitem uma renormalização das probabilidades e aceitação da hipótese nula. Notar que há pelo menos uma correlação entre o surgimento do padrão «4» = 4444, no primeiro dígito da sequência-alvo gerada pelo computador e que, se for eliminada reduziria o número de acertos 54, que equivale a um  $p=0.05$ . Notar que só se aplica esta subtração de um “acerto” devido ao facto de se ter justamente analisado a propensão ocultada do gerador e, se ter determinado que ele tem uma função  $f(x = n_v 4)$  e em segundo plano  $f(x = n_v 2)$ .

A posição aqui assumida é de que o fenómeno implicado no processo não é um outro factor diferente e desconhecido que provoca um desvio acima do acaso, mas o desvio estatístico é o próprio fenómeno, sendo que nossa hipótese alternativa é justamente o processo de aleatoriedade do sistema causal (experimental).

Estes procedimentos podem ser realizados pelo *axioma de convergência* e *axioma de aleatoriedade* de von Mises, assim como pelo *axioma de aleatoriedade modificado* de Karl Popper.

A nossa análise aqui permite demonstrar que as duas séries tiradas como exemplo, são igualmente consideradas aleatórias, já que ao aplicar a fórmula  $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  em cada uma delas resulta um qui-quadrado da série do computador de 2,85; e para série do sujeito é igual a 2,20. Mas também mostra de que as duas séries têm graus de aleatoriedade diferentes.

Consequentemente, pode-se assegurar de que para verificar a *aleatoriedade* de uma dada série é preciso mais do que esta análise, porque como foi visto, estas séries têm “repetições” diferentes segundo a posição dos algarismos, independente de quantas vezes aparecem nos 200 dígitos possíveis. Seria o caso de ter construir uma tabela contendo todos as sequências de números e aplicar a fórmula

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^I \sum_{v=1}^A \frac{(O_{jv} - E_{jv})^2}{E_{jv}}, \text{ para todas as repetições de seqüências de}$$

algarismos segundo a posição de vizinhança imediata, e esta análise têm que se fazer para todos os casos efectivamente encontrados empiricamente.

## Interacção entre sistemas aleatórios

### 1) *Ensemble Interactivo*

Foi realizado aqui um procedimento diverso do citado anteriormente, a respeito de avaliar a interacção entre diferentes sistemas aleatórios. Para evitar o excesso de cálculos, adoptamos outro procedimento para analisar três planilhas contendo séries aleatórias cruzadas entre si. Aquilo que constitui o *grau de aleatoriedade* é produto de uma medida de *repetição*, sendo que o caracter de “repetição” de um dado evento, caracteriza a essência do que é proposto aqui. Na medida que aumenta a *repetição* de um elemento num sistema, diminui o *grau de aleatoriedade* desse sistema. Foi aplicado um protocolo para avaliação do problema:

Dado que a nossa posição epistemológica nos diz da necessidade em conhecer mais sobre as *fontes geradoras* de eventos aleatórios, para além de séries individuais, podemos a partir deste enunciado analisar também as interacções entre cada uma das séries, e postular que correlações (acertos iguais ou superiores a 55) ocorrerão de forma a permitir medir quantas vezes eles se *repetem* numa dada amostra no sistema de medidas.

Deste modo, esta abordagem permite afirmar da completa dependência do *ENSEMBLE estatístico* para definir a *quantidade* (grau) de aleatoriedade das *fontes geradoras de eventos aleatórios* e, também prevê a ocorrência de correlações com  $p < 0.05$  entre séries individuais extraídas de cada uma das *fontes* que constitui este *ensemble estatístico* arbitrário. Foi aplicado um protocolo para avaliação do problema:

### Protocolo experimental I

O procedimento para esta demonstração que empregamos neste programa de investigação foi o seguinte: o *ensemble* foi dividido em três grupos: o dado é constituído por 124 séries de 200 dígitos cada, sendo que 62 foram obtidas pelo computador e 62 obtidas pelos sujeitos. Num total de 124 séries há portanto

24.800 mil dígitos, se entendidas como uma única série representando o *ensemble*.

- a) obtivemos 62 séries de 200 algarismos cada, de 62 sujeitos, e cada uma destas séries foi utilizada como Alvo para as demais do mesmo grupo. Assim, todas as 62 séries dos sujeitos foram emparelhadas entre si, para medir quantos correlações iguais ou superiores a 55 (acertos) ocorreram dentro deste grupo.
- b) obtivemos 62 séries de 200 algarismos cada, fornecidas pelo computador, e cada uma destas séries foi utilizada como Alvo para as demais do mesmo grupo. Assim, todas as 62 séries foram emparelhadas entre si para medir quantos correlações iguais ou superiores a 55 (acertos) ocorreram dentro deste grupo.
- c) Finalmente, foi cruzado (a) com (b) de modo a obter novas combinações possíveis onde: sobre a base de dados (a) foi substituída a série Alvo 61 vezes, de modo que cada uma das 62 séries de (b) geradas pelo computador foi utilizada como um novo alvo para (a). Assim, (a) e (b) foram correlacionadas.

**Tabela I:**  
Correlações (*hits*)

GRUPOS	$P=0.01$ 55	56	57	58	59	$P=0.00047$ 60	total
A	16	10	11	8	2	2	<b>49</b>
B	14	7	9	0	4	2	<b>36</b>
C	5	7	6	3	2	2	<b>25</b>
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>110</b> <small><math>\chi^2=0.43</math></small>

A tabela I mostra os resultados dos cruzamentos A,B,C, quanto ao número de vezes que aparecem as correlações (*hits*), igual ou superior a 55 *hits* em 124 séries (corresponde a 24.800 mil dígitos ou algarismos). A comparação sucessiva de duas em duas séries de 200 dígitos, mostra 110 casos, e um maior número de *hits* próximo do valor normal 55 *hits* ( $p=0.01$ ), de acordo com o esperado pelo *axioma de convergência*, de modo que as correlações mais raras, tais como 60 *hits* ( $p=0.00047$ ) aparecem menor número de vezes dentro desta amostra de 124 séries comparadas, e isto é semelhante às três situações A,B,C. Entretanto,

a distribuição permite concluir que a diferença entre estas três situações A,B,C, cujo qui-quadrado foi  $\chi^2 = 0.43$ , esta coberta pelo esperado casualmente.

Estes dados permitem concluir que o aparecimento de correlações (*hits*) com  $p < 0.01$  é esperado pela distribuição normal e casuística, dado que a tabela mostra as *quantidades* de vezes que isto pode ocorrer em uma série única de 12.400 mil dígitos, partida em 124 séries de 200 dígitos cada. Para efeito de cálculo, embora haja 124 séries para comparação, o procedimento de comparação e cruzamento entre as séries foi efectuado para cada conjunto de 62 séries:  $P.k.n = n! / (n - k)!$ , isto é, 1891 combinações para cada uma das três situações experimentais A,B e C (no total = 5.673 combinações de 200 dígitos de 1 a 5). O total de dígitos computados foi de 1.034.600.

Notar que a probabilidade de uma ocorrência favorável (em termos probabilísticos 55 *hits*) é de 1 em 100 vezes quando se repete este mesmo procedimento, de modo que em 1891 combinações obtiveram-se 16 destas correlações no grupo A, 14 no grupo B, e 5 no grupo C. O mesmo ocorre para a probabilidade de ocorrência de 60 *hits*, sendo que a previsão é de uma ocorrência a cada 2.128 vezes que se repete este procedimento, e obtiveram-se duas em 1891 combinações, para cada grupo A,B,C.

Assim, e como conclusão, quando se comparam duas sequências aleatórias, podem surgir números de correlações muito elevados e, embora os valores de  $p$  de uma amostra individual possam mostrar que tal evento não ocorreu por puro acaso, quando se avaliam as *interacções* da amostra total das FONTES geradoras destes eventos separados em particular, observa-se que tais desvios acima do acaso ocorrem dentro dos limites previstos pela própria aleatoriedade do sistema, e até os ultrapassa (2 casos de 60 *hits* em 1891 combinações), pelo que não constituem, portanto, desvios acima do esperado pelas leis de probabilidade utilizadas convencionalmente.

## SÍNTESE

O modelo prediz que em sequências aleatórias, a avaliação da aleatoriedade de um sistema pelos cálculos sobre o número de vezes que aparecem determinado sinal e suas posições de vizinhança na totalidade de uma série obtida, dada pelas fórmulas

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{e} \quad \chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

para a avaliação empírica da flutuação estocástica postulada aqui. O problema

está no método empírico mais que na avaliação matemática, e os dados obtidos pela presente experiência permitem concluir que o aparecimento de correlações (*hits*) com  $p < 0.01$  é esperado pela distribuição normal e casuística, numa série com extensão de 12.400 dígitos, é partida em 124 séries de 200 dígitos cada, cujo procedimento de comparação e cruzamento entre as séries foi efectuado para cada conjunto de 62 séries:  $P_{k,n} = n! / (n - k)!$ , resultando 1891 combinações para cada uma das três situações experimentais A, B e C (no total = 5.673 combinações de 200 dígitos de 1 a 5). O total de dígitos computados foi de 1.034.600.

## Conclusão e Discussão

De acordo com a esta posição epistemológica, o modelo de grau de aleatoriedade prevê os resultados, a saber:

- (1) Os efeitos psi serão raros desvios estatisticamente significativos em séries de eventos;
- (2) São efeitos que aparecem tanto em sistemas físicos como em sistemas vivos;
- (3) São efeitos cujo grau de ocorrência varia com o comprimento das séries;
- (4) São efeitos cujo grau de ocorrência varia entre diferentes partições das séries;
- (5) A fonte geradora de séries de eventos varia o grau de aleatoriedade enquanto está em funcionamento e em função do comprimento da série;
- (6) Os sistemas físicos e os sistemas biológicos não se distinguem no que diz respeito ao número de correlações em séries de eventos.

O modelo proposto ainda precisa de ser testado. Para explicar os efeitos psi, o desvio acima do acaso em testes psi representa um grau a *mais* ou a *menos* no espectro de aleatoriedade dos sistemas considerados na experiência. Enquanto que o modelo experimental *standard* da investigação psi considera um resultado qualquer acima do esperado por acaso ( $p=0.05$ ,  $p=0.01$  ou  $p=0.001$ ) como evidência de psi, no modelo de *graus de aleatoriedade* qualquer desvio (acertos ou erros) acima do acaso não significa psi mas um valor da *função do espectro de graus de aleatoriedade da situação experimental*.

Neste modelo, o investigador ao escolher o critério de exigência (o valor de “p”), não pode fazer uma escolha *subjectiva*, e para além de sua observação, todos os fenômenos são naturais, apresentam os seus graus de probabilidade em manifestar-se, e estes graus com grandeza matemática são objectivos. Consequentemente, a escolha do observador deixa de ser *subjectiva*, porque não utilizará mais um “limite de significância” para definir que a partir de um certo ponto ocorreu “psi” mas, de acordo com as regras aqui colocadas, vai apontar tão somente os valores de “aleatoriedade” do sistema experimental. Isto é, se encontrar, por exemplo, 60 acertos em 200 tentativas, o valor de  $p=0.00047$  indica o grau de aleatoriedade do sistema, e no nosso caso, este grau é relativo a 62 séries ( $P k.n = n! / (n - k)!$ , que corresponde a 1891 combinações. Notar que este valor de (p) indica teoricamente que um evento semelhante (60 acertos) ocorre a cada 2,128 combinações, e no nosso trabalho experimental ocorreu duas vezes este valor de acertos. Então, é sinal evidente de que os cálculos teóricos precisam ser ajustados com os dados empíricos estatísticos, porque a propensão do «gerador» fornece resultados claramente “psi” a partida.

Em termos epistemológicos, o modelo de Graus de Aleatoriedade representa para as investigações “psi” um instrumento restritivo, no qual, os experimentos devem considerar na avaliação da possibilidade de psi. Neste sentido, não bastaria que um investigador obtivesse um número estatisticamente significativo de acertos em uma tarefa de percepção extra-sensorial, onde não se pode determinar a “propensão” do sistema (a propensão do sujeito em interação com a propensão do Alvo).

Se um experimentador aplicar um teste em que utiliza apenas uma pequena quantidade de amostras aleatórias, sejam fornecidas pelos sujeitos, sejam fornecidas pelo “gerador de eventos aleatórios” que representa o Alvo, um acerto fora do esperado por acaso pode ser esperado pelo Grau de Aleatoriedade do sistema, ou seja, pela propensão. Então, o experimentador deverá certificar-se de que aquele “acerto” obtido pelo sujeito, não é, fim e ao cabo, esperado estatisticamente pela “propensão”. Assim, o investigador deverá sempre obter um número grande de amostrar até encontrar os ditos acertos, e desta forma, especificar que para o seu Sistema experimental, os dados empíricos mostram que ocorre sempre um número máximo de acertos igual a X. Em amostragens pequenas, valores muito acima ou muito abaixo de um valor esperado poderão não passar de *outliers*. A partir destes valores, poderá então aceitar ou rejeitar a hipótese psi. No caso da nossa experiência, somente nos autorizaria afirmar de que “alguém” obteve

um resultado por algum “factor psi” se, e tão somente se, o número de acertos exceder os 60, nesta condição experimental (com aquele gerador de eventos aleatórios cujo algoritmo foi aqui especificado).

Notar de que para cada experiência, estes valores vão obviamente variar, consoante o tipo de equipamento gerador de eventos aleatórios, e também de acordo com as características particulares dos indivíduos sujeitos da experimentação, cujas séries são tomadas para comparação com as séries dos geradores.

A regra geral, entretanto, seria de que, para todo e qualquer experiência com geradores de eventos aleatórios, é preciso determinar a “propensão” do sistema, para que seja possível determinar se os acertos obtidos (correlações) são ou não esperados pela distribuição ao acaso, antes de rejeitar a hipótese nula. Este requisito pode servir como *Critério Standart* de flutuação estocástica para utilização de geradores de eventos aleatórios em teste psi com “respostas fechadas” e constitui assim, uma importante contribuição para a investigação experimental em parapsicologia.

- Alcock, J.E.: *Parapsychology : Science of the anomalous or search for the soul ?*, Behavioral and Brain Sciences, Cambridge University Press, New York, v.10, 1987.
- Beloff, J.: *Parapsicologia Hoje*, Artenova, R.J, 1976.
- Bem, D.J., & Honorton, C.: *Does Psi Exist ? Replicable evidence for na Anomalous Process of Information Transfer. Psychological Bulletin*, V.115, Nº 1, 4-18, 1994
- Dean, E.D., e White, R.A., : *Graduate Degrees in Psychical Research*, Journal of the Society for Psychical Research, London, 1991, v 58.
- Jahn, R.G., Dunne, B.J., *Margins of Reality*, A Havest Book, NY, 1987.
- Lorigny, J., *Os Sistemas Autônomos: Relação Aleatória e Ciência da mente*, Instituto Piaget, 1996).
- Mishlove, V.: *Psi Development Systems*, Ballantine Books, New York, 1983.
- Palmer, J.; *Statistical Methods in ESP Research: Foundation of Parapsychology*. Routledge & Kegan Paul, 1986.
- Palmer, J.; *Evaluation of a Conventional Interpretation of Helmut Schmidt's Automated precognition Experiments*. The Journal of Parapsychology, V. 60, June, 1996
- Rao, K.R., e Palmer, J.: *The Anomaly Called Psi : Recent Research and Criticism*, Behavioral and Brain Sciences, Cambridge University Press, New York, v.10, 1987
- Rhine, J.B., e Pratt, J.G. : *Parapsicologia*, Editora Hemus, São Paulo, 1966.
- Stokes, D.M. : *Theoretical Parapsychology*, in Krippner, S. (ed.), *Advances in Parapsychology Research*, v.4, McFarland, Jeferson (NC), 1987.
- Stokes, D.M. : *Mathematics and Parapsychology*, The Journal of the American Society for Psychical Research, V85, nº3, July 1991.
- Palmer, J., *at al*, *ESP Research Finding: the process approach*, Foundations of Parapsychology, Routledge & Kegan Paul, London, 1986.
- Razente, S.N., *A Natureza do Fenômeno aleatório*. Acta do International Symposium "Science Frontiers", Spec, Univ. Fernando Pessoa, Porto 1997. (*in press*)
- Razente, S.N., Silva, C. (Acta Fundação Bial, 2000). Psi: personality and random events. Research Project 35/96, Bial Foundation. Proceedings of Symposium Bial, 2000.
- Rulle, D., *O Acaso e o Caos*, Ed. Relógio D'água, 1991, p.39
- Rao, K. R., *The Basic Experiments in Parapsychology*, McFarland, 1984.