

Filosofia do Acaso Organizador em Peirce *Philosophy of Organizer Chance in Peirce*

José Renato Salatiel
PUC-SP
jrsalatiel@hotmail.com

Resumo: Na metafísica de Charles Sanders Peirce, o conceito de acaso possui uma função original e constitutiva, tecendo relações de sentido em todos os níveis de sua arquitetura, seja na fenomenologia, epistemologia, cosmologia ou ontologia. Peirce também é considerado o primeiro filósofo pós-newtoniano a questionar o determinismo estrito, o que é feito a partir de sua doutrina do acaso ontológico, designada Tiquismo (do grego *týchê*), onde o conceito adquire uma propriedade de organização que só seria empregada nas ciências contemporâneas. O presente artigo objetiva investigar o papel do acaso na trama metafísica do lógico norte-americano, tendo como base textos do autor, principalmente “The Doctrine of Necessity Examined”, “The Law of Mind”, “Design and Chance” e “Evolutionary Love”. A hipótese sugere que o acaso, como elemento genético e criador na evolução de sistemas é, na filosofia peirceana, essencialmente um fator de organização. Justifica-se a abordagem do tema pela atualidade de Peirce no contexto da moderna epistemologia das ciências, em que o termo complexidade propõe conciliar o dualismo liberdade e necessidade, quando trata de uma concepção de ordem na natureza a partir da desordem.

Palavras-chaves: Acaso. Complexidade. Ontologia. Tiquismo. Organização. Determinismo. Continuidade.

Abstract: In the metaphysics of Charles Sanders Peirce, the concept of chance has an original and constitutive function, building relations of meaning in all levels of its architecture, as in phenomenology, epistemology, cosmology or ontology. Peirce is also considered the first post-Newtonian philosopher to question strict determinism, through his doctrine of ontological chance called Tychism (from the Greek *týchê*), where concept acquires an organizing property that would only be used in contemporary sciences. This article intends to investigate the role of chance within the context of North-American logic, based on the author’s texts, mainly “The Doctrine of Necessity Examined”, “The Law of Mind”, “Design and Chance” and “Evolutionary Love”. The hypothesis suggests that chance, as a genetic and creative element in the evolution of systems is essentially, in Peircean philosophy, an organization factor. This approach is justified by Peirce’ contemporariness within the context of modern sciences’ epistemology, where the term complexity proposes to conciliate dualism freedom and necessity when addressing a concept of order in nature starting from disorder.

Key-words: Chance. Complexity. Ontology. Tychism. Organization. Determinism. Continuity.

1. Introdução

A noção de acaso absoluto na obra do filósofo e lógico norte-americano Charles S. Peirce constitui um dos tópicos mais controversos de sua metafísica e cosmologia, sendo apontado por alguns especialistas como um conceito tratado de forma ambígua e por vezes confusa nos textos do autor (Coscolluela, 1992; Hwang, 1993 e Reynolds, 1997). Não obstante, a doutrina do tiquismo, onde o conceito de acaso adquire estatuto ontológico, é uma das partes mais originais da filosofia peirceana, devendo ser analisada, para seu completo entendimento, como uma peça fundamental de encaixe em seu pensamento sistêmico (Ibri, 1992 e Santaella, 1999).

Peirce era um cientista atento às descobertas científicas de sua época, além de atuar em experimentos laboratoriais. Ele baseou seus argumentos de defesa do acaso objetivo, em contraposição ao acaso meramente subjetivo ou epistemológico, em

exemplos da matemática (teoria das probabilidades, teoria dos jogos e equações diferenciais), física (mecânica estatística, teoria cinética dos gases, termodinâmica e física atômica), e biológicas, nas doutrinas evolucionistas.

Pode-se dizer que foi um dos primeiros cientistas pós-newtonianos, ao lado de Jules Henri Poincaré e James Clerk Maxwell, a questionar os dogmas da ciência mecanicista (Popper, 1975). Porém, Peirce morreu pouco antes da consolidação da mecânica quântica, que iria lançar novas discussões sobre o indeterminismo e causalidade.

Nas limitações do presente artigo, iremos analisar o acaso em Peirce com base na termodinâmica e propor uma interpretação à luz da moderna concepção de organização em sistemas, sendo imprescindível uma verificação da doutrina da continuidade.

Mas antes será necessário um referencial histórico da problemática e discutir duas teorias do acaso na Filosofia Antiga que iriam dar sustentação ao tiquismo, uma oriunda de Aristóteles e outra dos epicuristas.

Em filosofia, acaso possui dois sentidos distintos, um subjetivo, referente a eventos que não se podem prever por ignorância das propriedades causais, e outro objetivo, dado pelo fato do evento ser ontologicamente indeterminado ou governado por séries independentes ou não causais (Abbagnano, 1982 e Lalande, 1999).

Peirce vai adotar a segunda interpretação, do acaso ontológico, com conseqüências epistemológicas.

Encontra-se em Aristóteles (*Physique*, 1926) a primeira exposição consistente do conceito. O filósofo grego traduz o termo como fortuna (*tychê*) ou acaso propriamente dito (*automaton*), sendo ambos causas acidentais na natureza.

Fortuna ou sorte tem um sentido mais restrito, relativo a causas não intencionais, atribuídas ao desconhecimento de uma ordem causal e inerentes à vida prática do homem (*Física II*, 6 197a 37). Por outro lado, o acaso aristotélico perfaz uma indeterminação intrínseca do mundo, que não se conforma a uma finalidade (*Física II*, 6 197b 13).

Acidente, em Aristóteles, se opõe a uma racionalidade necessária e regularidade da natureza. No entanto, diferente de Peirce, que emprega uma concepção probabilista, em Aristóteles o acaso não exclui causalidade (Hwang, 1993)ⁱ.

Outra definição de acaso subjacente à doutrina do tiquismo é clinagem, ou declinação, do epicurista Lucrecio, que compreende uma espontaneidade presente no universo. Contrário aos estóicos, para quem tudo ocorre por necessidade mecânica, Lucrecio afirma que o desvio dos átomos em queda retilínea possibilita o choque no vazio para geração de corpos. Se não existisse essa declinação, afirma o epicurista, os átomos cairiam no vazio, não havendo choque e, conseqüentemente, criação na natureza (Caro, 1973).

Após o Renascimento, descobertas na astronomia e aplicações empíricas da geometria euclidiana proporcionaram notáveis avanços no conhecimento científico que estabeleceram uma crença no determinismo e fizeram do acaso um mero erro de observação dos fenômenos. Galileu, considerado o primeiro cientista moderno, concebia a natureza como domínio da necessidade, obra que Deus compôs em caracteres matemáticos.

Com a teoria dos sistemas dinâmicos, a partir de Newton, a trajetória de qualquer sistema poderia ser prevista com exatidão absoluta – em direção ao passado ou futuro - tomando-se suas condições iniciais. Para isso, entretanto, desprezou-se fatores como atrito, a irreversibilidade observada no mundo e fenômenos anômalos que não se conformavam à teoria, como o problema dos três corposⁱⁱ.

É contra esta fé inabalável na razão e na causalidade mecânica que Peirce alicerçou seus argumentos a favor de uma cosmologia evolucionária.

2. Ontologia e Cosmologia do Acaso em Peirce

No artigo “A Doutrina da Necessidade Examinada” (CP 6.35-65), de 1892, Peirce questiona os pressupostos lógicos do determinismo e postula que as leis não podem ser absolutas porque estão em evolução e, neste processo, são constantemente violadas por um elemento de acaso existente na natureza.

Segundo Peirce, não há demonstração universal ou indutiva do determinismo, dado que toda amostra, tomada da realidade, nos dá sempre uma prova parcial e provisória do objeto, sujeita a descrições probabilistas. Isso porque, como Kant afirmou, o conhecimento se inscreve dentro dos limites da experiência (Kant, 1980). E tal experiência, conforme observado nos fenômenos, não se conforma à estrita causalidadeⁱⁱⁱ. Nas palavras de Peirce:

As observações que são geralmente aduzidas em favor da causação mecânica simplesmente provam que há um elemento de regularidade na natureza, e nada sustenta a questão a respeito de se tal regularidade é ou não exata e universal. E mais, no que se refere a essa *exatidão*, todas as observações a *contradizem*; e o máximo que podemos dizer é que boa parte dessas observações são explicáveis. Tente verificar qualquer lei da natureza e você encontrará, e quanto mais precisas forem as observações mais certamente mostrará, desvios da lei. Estamos acostumados a atribuir isto, e não estamos enganados, a erros de observação; contudo, não podemos usualmente dar conta de tais erros a qualquer probabilidade antecipada. Traçando suas causas e remontando o suficiente, teremos que admitir que sempre se devem a uma determinação arbitrária, ou acaso (CP 6.46, grifos do autor).

Peirce argumenta que o determinismo só pode gerar o mesmo, não pode criar nada de novo, e a fonte de diversidade das coisas no universo, de seres vivos a galáxias, só poderia então ser um atributo de um acaso ativo na realidade. Neste sentido, acaso representa o que é espontâneo e criador (como na teoria do clinamem), fonte de complexidade. No mesmo artigo, o autor afirma:

Ao admitir assim a pura espontaneidade ou a vida como características do universo, geradas sempre e em todas as partes, ainda que restringidas dentro dos limites da lei, produzindo continuamente desvios infinitesimais a respeito da lei e desvios enormes com infinita infreqüência, dou conta de toda variedade e diversidade do universo, no único modo em que a realidade *sui generis* e o novo podem ser ditos e explicados. A opinião comum deve admitir a inesgotável e inumerável variedade do mundo; deve admitir que sua lei mecânica não pode em absoluto dar conta dela, que a variedade só pode surgir da espontaneidade (...) (CP 6.59).

Em “Desígnio e Acaso” (W4: 544-54), de 1884, as leis da natureza são apresentadas como resultado de processos evolucionários, cujas teorias, em voga no século XIX na biologia e geologia, prescreviam que formas naturais complexas evoluíram de seres mais simples.

Mas esse crescimento em direção a maior complexidade, postulado pelas teorias da evolução, constitui uma proposição contraditória com a segunda lei da termodinâmica, aplicada a sistemas físicos isolados, que prediz um processo irreversível em direção a homogeneidade. No século XX, observações feitas por astrônomos demonstraram que o universo se expande maneira isotrópica e dissipa energia, confirmando a teoria^{iv}. Como conciliar essas descrições contraditórias de uma mesma realidade?

A solução de Peirce é original e contemporânea: o acaso absoluto viola em algum grau as leis físicas e produz organização.

Dois sentidos de acaso podem ser admitidos dessas considerações:

1. Acaso como espontaneidade criadora, que origina toda variedade ou diversidade presente no universo em evolução;
2. Acaso como elemento ontológico, que viola as leis e impede a total regularidade e determinismo mecânico na natureza.

Há, porém, um segundo princípio ativo na cosmologia peirceana. O acaso quebra regularidades para originar outras leis, em uma tendência de aquisição de hábitos. “Eu faço uso do acaso principalmente para dar lugar a um princípio de generalização, ou tendência de formar hábitos, que sustento tem produzido todas as regularidades” (CP 6.63).

Como pontua Reynolds (1997), pode-se inferir dos textos duas idéias de acaso, a primeira proveniente da física estatística e outra da biologia, sendo:

- a) acaso matemático: referente a teorias de probabilidades, que se aplica a processos irreversíveis e supõe uma independência de séries causais, sendo fonte de diversidade no sistema e
- b) um acaso absoluto ou criativo: cuja função é violar uma lei, dando origem a novos padrões ou hábitos, dado um comportamento causal.

Deste modo, as duas noções, aparentemente díspares, são harmonizadas na tese do acaso ontológico, que resulta em uma Filosofia Cosmogônica (CP 6.33). Esta pressupõe o universo nascido de um caos homogêneo (já suposto na cosmogonia grega^v) que ganha diversidade, produz generalidade, cresce movido por uma tendência ao hábito e, contudo, preserva traços arbitrários que impedem a perfeita regularidade da lei.

Mas a lei do hábito seguiria, segundo Peirce, uma causa final que transporta o mundo de um estado de coisas disforme para um uniforme, e não, como apregoa o evolucionismo, da homogeneidade para heterogeneidade. Qual a saída para este paradoxo?

Acaso e lei são dois aspectos que não se excluem na cosmologia peirceana, “(...) de modo que um resultado geral pode ser descrito como uma ‘heterogeneidade organizada’, ou melhor, variedade racionalizada” (CP 6.101).

E onde esta lei de aquisição de hábitos é mais patente senão na mente humana, em seus aspectos de sentimento, reação e crescimento? Para Peirce o dualismo mente/matéria não se sustenta, dado que a mesma lei dos processos mentais operar no mundo físico.

Em uma linguagem mais moderna, podemos dizer que, do mesmo modo que a consciência é uma propriedade emergente de redes neurais que operam conexões sinápticas não-causais (Almeida, 1999), os fenômenos não-conservativos, que Peirce afirma serem mais comuns no mundo físico, são descritos por fatores estatísticos (CP 6.72-73).

Parece mais lógico, para o filósofo norte-americano, conjecturar uma hilotopia (*hylopathy*) ou monismo entre mente e matéria, advindo da filosofia idealista de Schelling e completado com a noção matemática de continuidade. De acordo com Turley (1969), o monismo peirceano remonta ainda à teoria epicurista do declínio primordial dos átomos, que é análoga à liberdade no homem.

Em “A Lei da Mente” (CP 6.102-163), de 1892, é postulada a continuidade entre mundo físico e mental, sendo matéria uma forma especial de mente, com hábitos tornados rígidos no tempo (CP 6.158), mas que, no entanto, mantém um elemento de diversificação e vida.

O que é incerteza, espontaneidade e liberdade interna, no exterior se manifesta como acaso, indeterminação e distribuição probabilística. O que no homem é sentimento, esforço e hábito, na natureza é acaso, existência e lei.

A mesma matéria plástica e unidade lógica do *continuum*, os signos, são reais na mente humana e na natureza, que possibilita o conhecimento. E não só o homem adquire hábitos por um processo de aprendizagem mas, segundo a doutrina do sinequismo - que compreende tiquismo, realismo lógico e idealismo objetivo - o universo aprende em sua evolução.

Por fim, qual seria o motor da evolução cósmica? No texto “Amor Evolutivo” (CP 6.287-317), de 1893, o amor, no sentido de ágape, é o agente evolutivo no universo. Este é compreendido como impulso criativo e generoso, tal como exposto no Evangelho de São João, sendo transmitido por hábitos.

Amor em Peirce pode ser interpretado na natureza como processo de simbiose, definido como (eco) sistemas de espécies diferentes em contato físico e desenvolvimento (Margulis, 2001). Mas, dada a problemática e divergências de teorias da evolução envolvidas na questão, reservaremos esse assunto para futuras pesquisas.

3. Organização, Sistemas e Complexidade

Acaso objetivo, como definido por Peirce em sua metafísica científica, é fonte de organização em sistemas. Este é o sentido em que o filósofo acrescenta uma proposta original na Filosofia e ainda, é contemporâneo das ciências do indeterminismo ontológico na segunda metade do século XX.

Sistema pode ser conceituado como um conjunto de coisas, de qualquer natureza, em relações e que partilham propriedades em comum, sendo em algum nível aberto para interações com o meio ambiente (Vieira, 1994).

Organização é um parâmetro sistêmico, associado ao padrão emergente complexidade. Ao contrário de sistemas ordenados, que possuem alto grau de homogeneidade, a organização depende de uma diversidade de conexões aleatórias que garantem a flexibilidade para evoluir e responder às variações ambientais (Denbigh, 1975).

A termodinâmica, aplicada da sistemas não-conservativos que dissipam energia, foi a primeira ciência física a trabalhar o tema organização em transformações em nível macroscópico.

Mas, como bem notou Peirce, apresentava resultados opostos aos observados em seres vivos. Como a vida pode existir e crescer em complexidade dado um universo que caminha para homogeneidade?

A mesma questão foi colocada pelo químico belga Ilya Prigogine, ao desenvolver nos anos 50, na Escola de Bruxelas, uma termodinâmica não-linear de

sistemas abertos afastados do equilíbrio, compatível com o fenômeno da vida (Prigogine e Nicolis, 1994; Prigogine, 1996 e Prigogine e Stengers, 1997).

Prigogine chamou estruturas dissipativas a sistemas complexos que comportam as seguintes propriedades:

- a) abertos e afastados do equilíbrio: ao contrário da segunda lei da termodinâmica, a dissipação de energia não leva a um equilíbrio térmico e homogeneidade estatística;
- b) regidos por funções não-lineares: oposto a sistemas dinâmicos lineares, em que para cada mudança segue-se uma única solução (se A então B), uma variação corresponde a alterações exponenciais que tornam a trajetória imprevisível^{vi};
- c) flutuações (variações fortuitas) ampliadas: as perturbações ou ruídos externos do ambiente provocam uma flutuação interna que, ao invés de amortecer, é amplificada e evolui para estados opostos ao estacionário, onde há produção mínima de entropia.

Acaso, de acordo com tais propriedades, significa espontaneidade, criação, diversidade e quebra de simetria.

Nas estruturas dissipativas o acaso torna-se fonte de (auto) organização espaço-temporal, diversa de eventos governados pela mecânica determinista.

Segundo o autor, para um sistema que evolui globalmente em direção ao equilíbrio entrópico, esses fluxos podem criar localmente subsistemas de organização e alta complexidade.

Sob este ponto de vista, a vida seria uma prerrogativa da termodinâmica cósmica, criada para “escoar” a entropia do universo. “É o fluxo de energia que provém das reações nucleares no interior do Sol que mantém nosso ecossistema longe do equilíbrio e que, portanto, permitiu que a vida se desenvolvesse na Terra”, afirma Prigogine (1996:194).

Não é outra a solução oferecida na cosmologia peirceana, onde o acaso, ao mesmo tempo que quebra regularidades e produz diversidade, reconcentra, nas palavras de Peirce, a energia dissipada no universo, criando condições de organização:

Mas embora nenhuma força possa contrastar esta tendência [entropia], o acaso tem e terá uma influência oposta. A força é, no final das contas, dissipadora; o acaso é, no final das contas, concentrador. A dissipação de energia pelas leis regulares da natureza está, por estas leis, acompanhada de circunstâncias mais e mais favoráveis a sua reconcentração por acaso. Há de haver, portanto, um ponto em que as duas tendências estão equilibradas e esta é sem dúvida a condição real de todo universo no momento presente (W4: 551).

A influência oposta a que Peirce se refere pode ser inferida como sendo a organização, que congrega princípios de aleatoriedade e ordem em sistemas complexos, tais como descritos por Prigogine.

O acaso peirceano, como princípio objetivo, real e geral, que não prescinde da lei mas que não se conforma a necessidade lógica, tem significado similar ao atual de complexidade. Outro ponto de contato entre a termodinâmica de Prigogine e a cosmologia peirceana é que ambas conjeturam fenômenos de irreversibilidade na exposição da natureza. O químico belga afirma:

A termodinâmica dos processos irreversíveis descobriu que os fluxos que atravessam certos sistemas físico-químicos e os afastam do equilíbrio podem nutrir fenômeno de auto-organização espontânea, rupturas de simetria, evoluções no sentido de uma complexidade e diversidades crescentes. No ponto onde se detêm as leis gerais da termodinâmica pode-se revelar o papel construtivo da irreversibilidade; é o domínio onde as coisas nascem e morrem ou se transformam numa história singular tecida pelo acaso das flutuações e a necessidade das leis (1997:207).

E qual seria o papel da aquisição de hábitos na moderna termodinâmica? Segundo a teoria das estruturas dissipativas, quando o sistema sofre uma quebra de simetria ele atinge um valor crítico de produção de entropia, a partir do qual retornará a estabilidade ou se tornará instável.

O que determinará o processo serão as condições de fronteira, isto é, a interação entre ambiente e parâmetros internos do sistema. Quando a evolução depender de instabilidades que se amplificam, surge um limiar, representado por diagramas de bifurcação, além do qual emergem comportamentos qualitativamente novos.

Sistemas dinâmicos clássicos são estranhos a idéia de limiar: eles reproduzem as mesmas variantes em escala generalizada.

Em Prigogine, o limiar marca o aparecimento de um novo regime de funcionamento, associado a mecanismos de transporte de informação. O conceito corresponderia ao de mudança de hábito, que rege processos de aprendizagem, emergência de novos padrões evolutivos e intercâmbio de signos.

Estruturas dissipativas constituem um exemplo de como Peirce antecipou discussões atuais nas ciências, inserindo a indeterminação na realidade com uma função evolutiva e organizadora. Assim, o pensamento peirceano possibilita uma reflexão sobre ciência em consistente base metafísica.

Referência bibliográfica

- ABBAGNANO, Nicola (1982). *Dicionário de Filosofia*. Alfredo Bosi, Maurice Cunio et al. (trads.), 2ª ed. São Paulo: Mestre Jou.
- ALMEIDA, Rita M.C. (1999). “Redes Neurais”. *Complexidade e Caos*. H. Moysés Nussenzveig (org.). Rio de Janeiro: UFRJ e COPEA.
- ARISTÓTELES (1926). *Physique* (I – VI). Henri Carteron (trad.). Paris: Societé D' Édition “Les Belles Lettres”.
- BARROW, John D. (1995). *A Origem do Universo*. Talita M. Rodrigues (trad.) Rio de Janeiro: Rocco.
- CARO, Tito Lucrecio (1973). “Da Natureza”. *Os Pensadores*. Agostinho da Silva (trad.), vol. V. São Paulo: Abril Cultural.
- COSCULLUELA, Victor (1992). “Peirce on Tychism and Determinism”. *Transactions of the Charles S. Peirce Society; a quarterly journal in american philosophy*, New York: University of Buffalo, vol. XXVIII, nº 4, p. 741-755.
- DENBIGH, Kenneth (1975). “A Non-conserved Function for Systems”. *Entropy and Information in Science and Philosophy*. Kubat Libor e Jiri Zeman (eds.). Praga: Elsevier.
- HESÍODO (1995). *Teogonia: a origem dos deuses*. Jaa Torrano (trad.), 3ª ed. São Paulo: Iluminuras.

HWANG, Philip H. (1993). "Aristotle and Peirce on Chance". *Charles S. Peirce and the Philosophy of Science: papers from the Harvard Sesquicentennial Congress*. Edward Carter Moore (ed.), Tuscaloosa and London: The University of Alabama Press.

IBRI, Ivo Assad (1992). *Kósmos Noêtos: a arquitetura metafísica de Charles S. Peirce*. Coleção Estudos, vol. 30. São Paulo: Perspectiva e Hólon.

KANT, Immanuel (1980). "Crítica da Razão Pura". *Os Pensadores*. Valério Rohden e Udo Baldur Moosburger (trads.), 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural.

LALANDE, André (1999). *Vocabulário Técnico e Crítico da Filosofia*. Fátima Sá Correia et al. (trads.). São Paulo: Martins Fontes.

LORENZ, Edward (1996). *A Essência do Caos*. Cláudia Bentes David (trad.). Brasília: Unb.

MARGULIS, Lynn (2001). *O Planeta Simbiótico: uma nova perspectiva da evolução*. Laura Neves (trad.). Rio de Janeiro: Rocco.

PEIRCE, Charles Sanders (1931-1958). *Collected Papers*. Charles Hartshorne, Paul Heiss e Arthur Burks (eds.), 8 Vols. Cambridge: Harvard University Press [citado como CP, seguido do número do volume e parágrafo].

_____ (1981). *Writings of Charles S. Peirce: a chronological edition*. Max Fisch et al. (ed.). Bloomington: Indiana University Press [citado como W, seguido do volume e número da página].

POPPER, Karl Raimund (1975). *Conhecimento Objetivo: uma abordagem evolucionária*. Milton Amado (trad.). Col. Espírito do Nosso Tempo, vol. 13. São Paulo e Belo Horizonte: Ed. da Universidade de São Paulo e Itatiaia.

PRIGOGINE, Ilya (1996). *O Fim das Certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. Roberto Leal Ferreira (trad.). São Paulo: Unesp.

_____ e NICOLIS, Grégoire (1994). *La Estructura de lo Complejo: en el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. A. Klein (trad.). Madrid: Alianza Editorial.

_____ e STENGERS, Isabelle (1997). *A Nova Aliança: metamorfose da ciência*. Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira (trads.), 3ª ed. Brasília: UnB.

REYNOLDS, Andrew (1997). "The Incongruity of Peirce's Tychism". *Transactions of the Charles S. Peirce Society; a quarterly journal in american philosophy*, New York: University of Buffalo, vol. XXXIII, nº 3, p. 704-721.

SANTAELLA, Lucia (1999). "Caos, Acaso e Lei em Peirce: uma nova causalidade". *Caos e Ordem na Filosofia e nas Ciências*, ed. especial Revista Face, nº 2. São Paulo: EDUC.

TURLEY, Peter T. (1969). "Peirce on Chance". *Transactions of the Charles S. Peirce Society; a journal in american philosophy*, New York: University of Buffalo, vol. V, nº 4, p. 243-254.

VIEIRA, Jorge de Albuquerque (1994). *Semiótica, Sistemas e Sinais*. Tese de Doutorado em Comunicação e Semiótica. São Paulo: PUC-SP.

ⁱ Verifica-se que Peirce faz uma interpretação deficiente do acaso em Aristóteles, afirmando que, na doutrina do filósofo grego, os acontecimentos podem se dar "(...) irregularmente, sem causa definida, meramente por acaso absoluto" (CP 6.36). Além disso, o conceito fundamental de tiquismo em Peirce se aproxima mais de automaton, que implica uma cosmologia, do que tychê, que se refere ao destino humano.

ⁱⁱ A teoria da gravidade de Newton soluciona satisfatoriamente um problema de órbita elíptica entre dois corpos de massas diferentes, a Terra e o Sol, por exemplo. Mas quando se inclui na equação o movimento

de um terceiro corpo, digamos a Lua, a previsão torna-se difícil a longo prazo, como demonstrou Poincaré (Lorenz, 1996).

ⁱⁱⁱ Na fenomenologia peirceana, fatos brutos de Segundidade incluem níveis de liberdade e possibilidade advindos da primeira categoria (Primeiridade) e, nesta relação, adquirem temporalidade e generalidade na Terceiridade.

^{iv} Em 1920 o astrônomo norte-americano Edwin Hubble (1889-1953) observava a luz emitida pelas estrelas de galáxias distantes, utilizando uma propriedade elementar de ondas, que prediz que quanto mais fonte de emissão se afasta do receptor, maior o decaimento da frequência. A luz, que também é uma onda, adquire tons avermelhados neste afastamento, efeito conhecido como “desvio para o vermelho”. Hubble descobriu que a luz das galáxias apresentavam um desvio sistemático para o vermelho, ou seja, que o universo estava em expansão (Barrow, 1995).

^v Segundo a Teogonia de Hesíodo (1995), Caos (*Kháos*) é um primeiro, precedendo Gaia (Terra) e Eros (Amor), que engendra Érebo e Noite. Para o poeta grego, caos não é sinônimo de desordem e antítese de *kosmos*, mas princípio ontogenético de regularidades no mundo.

^{vi} Em uma função linear $f(x)$, dado um estado estacionário x e um parâmetro de controle y , tem-se, para cada valor de y , um único valor de x ($y_1, x_1; y_2, x_2; \dots$); em uma função não-linear, para cada valor de y tem-se um número infinito de possibilidades de x , ou várias soluções possíveis entre y_1 e y_2 .