



Ambiente & Sociedade

ISSN: 1414-753X

revista@nepam.unicamp.br

Associação Nacional de Pós-Graduação e

Pesquisa em Ambiente e Sociedade

Brasil

Silva Neto, Benedito; Basso, David

A ciência e o desenvolvimento sustentável: para além do positivismo e da pós-modernidade

Ambiente & Sociedade, vol. XIII, núm. 2, julio-diciembre, 2010, pp. 315-329

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31719918006>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

A CIÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: PARA ALÉM DO POSITIVISMO E DA PÓS-MODERNIDADE

BENEDITO SILVA NETO¹

DAVID BASSO²

1 *Introdução*

A constatação de que o atual padrão dominante de desenvolvimento é incompatível com a sustentabilidade da vida na Terra e, portanto, das próprias sociedades contemporâneas, impõe-se de forma crescente. Ao mesmo tempo, também é possível constatar a disparidade que existe entre, de um lado, os métodos usualmente adotados pelas ciências, essencialmente reducionistas e, de outro, a complexidade dos problemas relacionados ao desenvolvimento e à sua sustentabilidade.

Neste artigo, é realizada uma discussão das consequências epistemológicas da adoção de um conceito de desenvolvimento sustentável que pressupõe explicitamente que a biosfera e as sociedades humanas são sistemas complexos e abertos. Considera-se que a hegemonia positivista nas ciências naturais assim como da hermenêutica pós-moderna nas ciências sociais constituem obstáculos importantes para que a ciência possa contribuir positivamente para a solução dos problemas relacionados ao desenvolvimento e à sua sustentabilidade. Inicialmente, procura-se mostrar que o pressuposto da complexidade implica considerar que o desenvolvimento sustentável, longe de ser um estado específico, cujas características e formas de atingir seriam passíveis de serem definidas científicamente, corresponde, sobretudo, a um processo que depende da própria capacidade evolutiva da sociedade como um todo. A promoção do desenvolvimento sustentável, nesse sentido, é incompatível com a noção positivista de um conhecimento científico infalível, cuja função seria a de proporcionar um controle crescente sobre a natureza e a sociedade. Por outro lado, o relativismo subjetivo e absoluto proposto pela hermenêutica pós-moderna diante da

¹Curso de Agronomia Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

²Departamento de Economia e Contabilidade da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI

Autor para correspondência: Benedito Silva Neto, Curso de Agronomia Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, CEP 97900-000, Cerro Largo, RS, Brasil. E-mail: netobs@uol.com.br

Recebido em: 30/3/2010. Aceito em: 6/11/2010.

complexidade das sociedades contemporâneas impossibilita que a ciência possa contribuir para a construção de critérios e referenciais adequados à análise dos problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável.

Além desta introdução, o artigo discute o surgimento dos estudos sobre a complexidade como a emergência de um novo campo interdisciplinar que possibilita a convergência das duas culturas – humanística e científica – que há séculos têm dividido a atividade intelectual no Ocidente. Na sequência, serão apresentados alguns conceitos da Teoria da Complexidade, fundamentais para uma abordagem científica dos problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável, e do Realismo Crítico, abordagem epistemológica que concebe a ciência como uma atividade ao mesmo tempo objetiva e aberta, permitindo compreender o desenvolvimento sustentável como um processo complexo e potencialmente emancipatório. Por fim, refletir-se-á sobre alguns elementos das contribuições apresentadas que podem ajudar a pensar teórica e metodologicamente a promoção do desenvolvimento sustentável numa perspectiva aberta e evolutiva.

2 A emergência de um novo campo interdisciplinar

No livro intitulado “The Two Cultures”, publicado pela primeira vez em 1959, Snow (1993) afirma a existência de duas culturas no Ocidente. De um lado, estariam todos aqueles dedicados ao campo das humanidades e, de outro, os cientistas. Na segunda edição do livro, publicada em 1963, Snow adiciona um ensaio em que sugere que uma terceira cultura emergiria, preenchendo a grande distância existente entre os intelectuais e os cientistas.

Mesmo reconhecendo que esta distância nunca chegou a diminuir, Brockman (1996) constata que uma mudança significativa está ocorrendo no papel exercido pelas duas culturas apontadas por Snow. A explicação para isto, segundo Brockman (1996), é que os cientistas, incluindo alguns dos mais reconhecidos em seus campos, estão se tornando cada vez mais hábeis na divulgação dos resultados de suas pesquisas. Muitos desses cientistas, dispensando intermediações, comunicam-se diretamente com o grande público, cujo interesse em temas científicos é crescente, segundo o autor, devido à grande ênfase dispensada às disciplinas científicas no sistema educacional dos países ricos nas últimas décadas, em particular nos Estados Unidos.

Ilya Prigogine e seus colaboradores propõem outra explicação para a aproximação entre essas duas culturas, argumentando que uma razão importante dessa mudança é que uma profunda revolução está em curso na ciência que, embora esteja ainda longe de se tornar hegemônica, abre a possibilidade para que a sociedade, a natureza e até mesmo a vida cotidiana, com toda a sua diversidade e incertezas, já não sejam consideradas pelos cientistas como ilusões a serem desfeitas logo que pesquisas apropriadas possam ser realizadas. É que a diversidade e as incertezas que dominam nossa percepção imediata da sociedade e da natureza têm sido evidenciadas cada vez mais frequentemente, nos mais diferentes campos do saber, inclusive e, notadamente, nas chamadas ciências exatas, consideradas como as formalmente mais rigorosas. Por essa razão, a postura de um discreto distanciamento, quando não certo “estranhamento”, dos cientistas diante da realidade da sociedade e da natureza vem sendo substituída por uma discussão cada vez mais aberta e engajada, sem

que para isso os cientistas tenham que fazer qualquer reserva quanto ao rigor científico das suas posições. Estaríamos assim no limiar de uma “nova aliança”, como afirmam Prigogine e Stengers (1986), entre a ciência e as preocupações mais prementes da humanidade.

Corroborando esse ponto de vista, Kauffman (1995) sustenta que a humanidade pode sentir-se “em casa no Universo”, contrariamente à visão de Monod (1971) de que a vida e, portanto, a humanidade, não passa de um acidente isolado em meio a um Universo inanimado. Segundo Kauffman (1995), os resultados obtidos pela ciência contemporânea relacionados aos estudos sobre a complexidade e a auto-organização evidenciam que a vida, em todas as suas manifestações, incluindo a diversidade das sociedades humanas, nada apresenta de excepcional. A dicotomia entre um mundo inanimado, frio e mecânico e um mundo vivo, diverso e imprevisível é, portanto, apenas aparente.

Enfim, se os estudos sobre a complexidade têm proporcionado avanços importantes em direção a uma ciência menos distante do mundo tal como este é percebido cotidianamente por homens e mulheres, avanços importantes nesse sentido também foram alcançados no campo da filosofia, especialmente na epistemologia. Numa perspectiva de rompimento com a hegemonia positivista, autores como Thomas Kuhn e Roy Bhaskar têm, desde o final dos anos 1960, proposto abordagens para a interpretação do fazer científico, amparando-se numa visão aberta e evolutiva, embora não menos rigorosa, da ciência (BHASKAR, 1997; KUHN, 1982). É importante salientar, no entanto, que tais abordagens também se contrapõem às correntes pós-modernas, segundo as quais todo conhecimento corresponde a uma interpretação da realidade, cuja validade depende de critérios estritamente relacionados ao seu contexto cultural (PRICE, 1997).

Destaca-se, neste sentido, a posição sustentada por Bhaskar (1997) de que a análise científica de uma realidade permite compreender processos que correspondem a essa mesma realidade, e não apenas a uma mera interpretação da mesma, o que, porém, não significa que o conhecimento científico seja definitivo e infalível. Ao contrário, o conhecimento científico, como toda atividade humana, depende dos meios materiais e intelectuais que os cientistas dispõem para elaborá-lo, avançando conjuntamente com eles. Além disso, pelo fato de lidar com uma realidade dinâmica e em constante mutação, o conhecimento científico nunca é definitivo. Sendo assim, se a ciência pode ser interpretada como uma atividade de apreensão da realidade, o pressuposto da natureza complexa e evolutiva da última leva-nos a um realismo científico indissociável de uma atitude crítica em relação à própria ciência. Por essa razão, o Realismo Crítico, movimento filosófico liderado por Bhaskar, constitui uma abordagem epistemológica a nosso ver essencial para a compreensão da atividade científica diante da complexidade, reforçando assim a constituição desse novo campo interdisciplinar.

3 A Teoria da complexidade

Sob a designação de Teoria da Complexidade, constitui-se um corpo coerente de idéias, teorias e métodos abrangendo disciplinas de praticamente todos os campos do saber. A noção de complexidade, segundo Gleick (1987), pode ser considerada como uma nova forma de se fazer ciência.

Embora o campo da Teoria da Complexidade a que nos referimos neste artigo apresente normalmente um alto grau de formalização matemática, um dos seus aspectos essenciais é a insistência na dificuldade de se prever o comportamento de sistemas complexos na medida em que os métodos quantitativos usualmente adotados – baseados em regressões, na lei dos grandes números, em soluções analíticas, dentre outros – não são suficientes para permitir sua adequada compreensão. Nesse sentido, embora utilize ferramentas computacionais pouco comuns nas Ciências Sociais, a Teoria da Complexidade apresenta uma grande convergência com abordagens históricas e sociológicas que enfatizam os aspectos circunstanciais e, até certo ponto, imprevisíveis do comportamento da sociedade.

Prigogine caracteriza os sistemas complexos como “estruturas dissipativas”, um conceito essencialmente termodinâmico. Segundo o autor, o fato de serem sistemas dissipativos torna a organização dos sistemas complexos da biosfera, incluindo as sociedades humanas, dependente de um constante aporte de energia. A compreensão da evolução desses sistemas, por conseguinte, deve passar necessariamente pela análise das suas condições materiais de existência (PRIGOGINE; STENGERS, 1986).

Em sua autobiografia, Ilya Prigogine afirma que desde 1967 utiliza o conceito de estrutura dissipativa para enfatizar as propriedades específicas dos sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio (FRÄNGSMYR, 1993). De acordo com este conceito, a geração de entropia, prevista pela segunda lei da termodinâmica, não necessariamente implica uma crescente degradação do sistema observado. Ao contrário, os processos de auto-organização típicos destas estruturas como, por exemplo, os observados na biosfera, nos ecossistemas e mesmo nas sociedades humanas, têm origem justamente nas transformações às quais a produção de entropia está associada (PRIGOGINE, 1993). Tais processos de auto-organização conferem às estruturas dissipativas um comportamento até certo ponto imprevisível.

Essa imprevisibilidade é explicada pela presença de bifurcações, isto é, pontos de mudança de comportamento na evolução das estruturas dissipativas (PRIGOGINE; STENGERS, 1986, 1992; PRIGOGINE, 1997). Como explica Prigogine (1993), entre dois pontos de bifurcação, as relações deterministas entre os componentes do sistema são preponderantes na definição da sua trajetória, sendo que suas flutuações neutralizam-se mutuamente. Já em um ponto de bifurcação, o sistema torna-se instável e sua trajetória é definida pela amplificação das suas flutuações. Na medida em que se afasta do ponto de bifurcação, a trajetória do sistema passa a ser novamente definida pelas relações deterministas entre seus componentes até se deparar com uma nova bifurcação. A presença de bifurcações confere um caráter histórico às estruturas dissipativas, ou seja, tais estruturas são sistemas complexos cuja evolução é considerada um processo aberto (PRIGOGINE; STENGERS, 1986).

Matematicamente, para que um sistema possa exibir bifurcações, os seus componentes devem apresentar relações não lineares. Ao dar origem a interações entre os componentes de um sistema, certas relações não lineares geram propriedades desse sistema que, por consequência, não podem ser explicadas apenas pelos atributos dos seus componentes, quando considerados de forma isolada. Além de explicarem o clássico enunciado de Bertalanfy (1968), de que o sistema é maior do que a soma das suas partes, tais propriedades

– denominadas pela Teoria da Complexidade de propriedades emergentes – são uma das mais importantes características dos sistemas complexos.

A Teoria da Complexidade “utiliza-se do estudo dos padrões que emergem para tentar explicar como os sistemas não lineares se auto-organizam, apresentando propriedades que antes não existiam e que não decorrem do processo consciente dos agentes”. Por causa disso, “a compreensão da dinâmica de sistemas não lineares deve ser organizada a partir dessas estruturas que emergem por instabilidades estruturais e por propriedades dinâmicas do sistema”, tornando-se fundamental “especificar as condições iniciais (históricas), as forças de retroalimentação do sistema (feedbacks), para compreender o padrão que emerge, pois não é possível prever a evolução do sistema, mas se pode compreender como ele se transforma no decorrer do tempo” (SILVA, 2005, p. 28).

De acordo com Silva Neto (2008a), as diferentes estruturas dissipativas (sistemas complexos) existentes na biosfera podem ser caracterizadas por meio do tipo de relações não lineares nelas presentes. As sociedades humanas, nesse sentido, merecem especial destaque por apresentarem certos tipos específicos de relações não lineares longitudinais, caracterizadas pelo fato de os agentes sociais tomarem suas decisões sob influência de sua percepção sobre o estado global do sistema que, por sua vez, depende do comportamento destes mesmos agentes (FIORETTI, 1998). As relações recursivas entre os indivíduos e a sociedade conferem assim às sociedades humanas um alto grau de complexidade. Tal complexidade atribui uma importância central às bifurcações e às propriedades emergentes dos sistemas sociais para compreender e explicar a sustentabilidade dos processos de desenvolvimento, levando em consideração não situações idealizadas, mas as condições reais que envolvem as relações dos grupos sociais, em diferentes lugares e momentos, com outros grupos e com a natureza, para garantir as condições para a sua reprodução material. A complexidade dos sistemas sociais, portanto, levanta sérias limitações ao uso de métodos reducionistas, especialmente aqueles que se baseiam no individualismo metodológico (BYRNE, 1999; HARVEY; REED, 2004).

Uma das consequências mais importantes da complexidade refere-se às dificuldades que ela coloca para a realização de inferências estatísticas, pois sistemas simples e sistemas complexos apresentam, estatisticamente, comportamentos muito distintos. Prigogine e Stengers (1986), evocando a lei dos grandes números, salientam que, quanto maior o número de componentes de um sistema, menor é a magnitude das suas flutuações em relação ao seu estado de equilíbrio. Assim, na medida em que o número de componentes de um sistema aumenta, a sua dispersão relativa tende a diminuir, indicando que, se um sistema for suficientemente grande, as flutuações do seu estado podem ser consideradas negligenciáveis. A lei dos grandes números é um dos principais fundamentos das distribuições estatísticas mais utilizadas, como a de Gauss e de Poisson (PRIGOGINE; STENGERS, 1986), sobre as quais se baseiam as inferências estatísticas.

Nos sistemas complexos, caracterizados termodinamicamente como sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio, no entanto, a lei dos grandes números não é respeitada, isto é, ela é contrabalançada por outros processos. De acordo com Prigogine e Stengers (1986), a lei dos grandes números só é válida quando as flutuações se amortecem ao longo do tempo ou se neutralizam mutuamente e os efeitos de choques externos são

linearmente proporcionais à sua magnitude. Isso só é observado nos sistemas em equilíbrio, ou que se encontram próximos dele. Os sistemas complexos, entretanto, apresentam relações não lineares que provocam a amplificação de certas flutuações, as quais deixam assim de ser neutralizadas por flutuações no sentido contrário, provocando uma auto-organização que é específica (e muitas vezes única) do sistema, o qual passa a se afastar ainda mais do equilíbrio. É fundamentalmente sobre esta capacidade de criação de “ordem por flutuação”, apresentada pelos sistemas complexos (PRIGOGINE; STENGERS, 1986, p. 239), que estão baseados os processos evolutivos apresentados pela biosfera e seus subsistemas, incluindo-se entre estes as sociedades humanas.

Os processos evolutivos, caracterizados por mudanças, inovação, diversidade e surpresas, são, portanto, tipicamente abertos, o que contrasta com o mundo fechado pressuposto pela teoria da probabilidade (SMETS, 1990). Por esta razão, o caráter evolutivo dos sistemas complexos constitui um sério obstáculo à realização de inferências estatísticas sobre o seu comportamento, pois, na medida em que os processos evolutivos representam o surgimento de características novas do sistema, inclusive por meio de mudanças das relações entre seus componentes, a projeção do seu comportamento futuro como uma simples extensão do passado torna-se problemática. A aplicação de inferências estatísticas ao estudo de sistemas complexos é ainda mais problemática quando a análise inclui as suas propriedades emergentes, isto é, propriedades que não podem ser atribuídas aos componentes do sistema tomados isoladamente, mas sim às relações que estes mantêm entre si. É por este motivo, aliás, que a consideração de propriedades emergentes como objeto de estudo de certos sistemas, especialmente os relacionados às sociedades humanas, só pode ser realizada sob condições não controladas (HARVEY; REED, 2004).

Tais dificuldades têm levado alguns autores a propor abordagens não probabilísticas, como a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer, para a fundamentação de métodos compatíveis com a Teoria da Complexidade e o Realismo Crítico utilizados para a análise do comportamento de sistemas complexos (SILVA NETO, 2007, 2008b). No entanto, mais do que a simples substituição da teoria da probabilidade por outra teoria estatística mais abrangente, a análise do comportamento de sistemas complexos levanta questões mais fundamentais. Afinal, o fato do comportamento de um sistema ser não linear e aberto impede que ele possa ser analisado cientificamente, mesmo quando o seu comportamento pode ser explicado por relações entre causa e efeito bem definidas? Foram questões como essas que suscitaram o desenvolvimento do Realismo Crítico, discutido na secção seguinte.

4 O Realismo crítico

O Realismo Crítico tem sido desenvolvido por vários autores, sendo Roy Bhaskar uma figura de importância central deste movimento (HAMLIN, 2000). Contrapondo-se tanto ao empirismo positivista quanto à hermenêutica – especialmente quando esta se apresenta associada ao relativismo pós-moderno –, Bhaskar (1997) sustenta que a ciência é um produto cultural da humanidade, historicamente aberta e sujeita a uma contínua evolução. De acordo com Boisier (2004, p. 169), “o paradigma positivista e o método analítico colocam duas

travas ao pensamento em geral e à reflexão sobre o desenvolvimento em particular: inibem a compreensão da complexidade [...] e limitam uma visão sistêmica deles.”

O realismo transcendental, ontologia filosófica proposta por Bhaskar que dá fundamento ao realismo crítico, pressupõe a estratificação da realidade nas esferas empírica, efetiva e real. Estes três estratos da realidade, por sua vez, são irredutíveis uns aos outros e não sincronizados, de modo que o real não pode ser reduzido ao efetivo, nem o efetivo pode ser reduzido ao empírico. A esfera empírica da realidade corresponde ao que é diretamente observável por meio dos sentidos. Já a esfera efetiva da realidade representa os fenômenos ou eventos em si, os quais não necessariamente são diretamente observáveis por meio dos sentidos, mas que constituem o objeto comumente analisado pela ciência. A esfera real, por fim, corresponde aos mecanismos, estruturas, poderes, tendências que explicam ou causam os fenômenos estudados. Para o Realismo Crítico, então, os processos e mecanismos causais (esfera real) subjacentes ao empírico e ao efetivo compõem a própria realidade, sendo a apreensão desses processos e mecanismos o objeto por excelência da atividade científica (CAVALCANTE, 2007).

A ênfase no entendimento da atividade científica como apreensão dos processos e mecanismos subjacentes aos fatos leva o Realismo Crítico a defender o poder explicativo como principal critério de científicidade, contrapondo-o à capacidade de previsão, defendida pelo empirismo positivista. Lawson (1997) chega a afirmar que, em muitos casos, como nas Ciências Sociais em geral, a capacidade de previsão de uma teoria é irrelevante para a avaliação da sua científicidade.

Uma das teses mais importantes sustentadas pelo Realismo Crítico é a da possibilidade de um naturalismo nas Ciências Sociais (BHASKAR, 1989), afirmando que, ontologicamente, a sociedade não se distinguiria dos objetos estudados pelas ciências naturais. Embora as estruturas sociais dependam, pelo menos em parte, do conhecimento que as pessoas possuem dela, este conhecimento é sempre obtido sobre uma sociedade que existe anteriormente a essas pessoas. O conhecimento, nesse sentido, não determina imediatamente a estrutura social, mas participa da sua reprodução, incluindo sua eventual transformação, de forma progressiva ou não. Assim, o papel do conhecimento sobre a reprodução da sociedade depende de uma “práxis”, isto é, da inserção na dinâmica social dos que o veiculam, a qual está relacionada a uma série de fatores, que vão desde as condições materiais de existência dos diferentes grupos sociais até a maior ou menor rigidez das estruturas políticas. Por outro lado, a existência de um aspecto cognitivo presente na reprodução e, sobretudo, na transformação da sociedade leva alguns autores ligados ao Realismo Crítico a afirmar a possibilidade de um caráter emancipatório das Ciências Sociais (BHASKAR, 1986; COLLIER, 1994; EDGLEY, 1976).

Ao afirmar o naturalismo científico, o Realismo Crítico rejeita vigorosamente o relativismo pós-moderno (ARCHER, 2004). Qual seria então a explicação oferecida pelo Realismo Crítico para a grande diversidade da ciência ou, pelo menos, dos métodos científicos? Refutando a hierarquia positivista que, baseada em supostos diferentes graus de amadurecimento das ciências, elegia a Física como modelo de científicidade, o Realismo Crítico afirma a existência de propriedades emergentes para distinguir os objetos específicos de cada ramo científico.

Ao estabelecer uma escala de complexidade ontológica que vai desde a Física até as Ciências Sociais (passando pela Química, pela Biologia e pela Psicologia), onde cada ramo científico possui uma identidade própria e irredutível, embora pertencendo a uma mesma realidade, o Realismo Crítico rejeita também o reducionismo positivista, segundo o qual os mecanismos fundamentais de um fenômeno, típico de um ramo da ciência, podem ser explicados por meio da análise dos seus elementos constituintes, que são normalmente objeto de outro ramo, mais fundamental, da ciência. Na perspectiva positivista, as Ciências Sociais poderiam ser interpretadas essencialmente como uma Psicologia aplicada, sendo a Psicologia uma Biologia aplicada, a Biologia uma aplicação da Química e esta, por sua vez, uma Física aplicada. O Realismo Crítico rejeita tal posição salientando a importância central das propriedades emergentes na determinação de cada ramo das ciências, justificando inclusive a existência de procedimentos específicos em cada um deles (BHASKAR, 1997; HARVEY; REED, 2004). Ao sustentar que os fenômenos emergentes relacionados especificamente às relações sociais constituem-se no objeto de estudo por excelência das Ciências Sociais, o Realismo Crítico considera inadequada a adoção do individualismo metodológico para o seu estudo (ARCHER, 1995; BHASKAR, 1989; NORRIE, 1993).

Segundo o Realismo Crítico, a importância das propriedades emergentes nas Ciências Sociais restringe de forma significativa a utilização de procedimentos baseados em deduções matemáticas e induções estatísticas nesse campo (LAWSON, 1997), pois a aplicação rigorosa de tais procedimentos exigiria situações controladas, nas quais os componentes de interesse do sistema devem ser isolados (sistemas fechados) para permitir a análise dos seus efeitos específicos, em contraposição aos sistemas abertos que ocorrem na natureza e, em particular, nas sociedades humanas (BHASKAR, 1997). Para compreender o que se encontra subjacente à realidade das pessoas que fazem escolhas, por exemplo, deve-se pressupor que todo sujeito poderia sempre ter agido de forma diferente da maneira como efetivamente agiu (LAWSON, 1997 apud CAVALCANTE, 2007). Para que a escolha seja real, portanto, a condição necessária é que os sistemas sejam abertos, nos quais os eventos sempre poderiam ter sido diferentes.

Para analisar fenômenos sociais que envolvem ações humanas em condições não controladas (sistemas abertos), o Realismo Crítico propõe um procedimento baseado na abdução (CHIBENI, 1996) ou no que Lawson (1997 apud CAVALCANTE, 2007) denomina de método retrodutivo, no qual o raciocínio parte de um fenômeno superficial, que se situa nos estratos empírico e efetivo da realidade, e se movimenta para a busca de elementos causais mais profundos, situados no estrato real ou subjacente da realidade. Como destaca Cavalcante (2007, p. 76), “somente com o reconhecimento de uma estratificação da realidade é possível entreter uma noção de escolha real (sistemas abertos) e estruturas sociais relativamente duradouras (presença de legalidades potencialmente revogáveis, ou leis de tendência).”

5 Desenvolvimento: um processo aberto e evolutivo

De acordo com a discussão realizada nas secções anteriores, o desenvolvimento pode ser entendido como um processo aberto e evolutivo, que ocorre em sociedades interpretadas como estruturas dissipativas, o que implica reconhecer que as estruturas sociais emergem fundamentalmente a partir das interações locais entre seus constituintes, e que sua trajetória

não pode ser prevista, o que descarta a possibilidade de um planejamento centralizado eficaz (SILVA NETO, 2004).

Segundo esse conceito, a promoção do desenvolvimento não significa que a sociedade deva atingir um determinado estado específico, ou seguir uma determinada trajetória, cuja definição possa ser baseada em algum exemplo já existente (países, regiões ou locais considerados desenvolvidos ou experiências exitosas). Ao contrário, ao conceituarmos o desenvolvimento como um processo evolutivo, o importante não é o seu estado final, mas sim os fatores que condicionam a evolução da sociedade, de forma que ela mantenha características consideradas desejáveis. Nesse sentido, segundo a abordagem aqui proposta, não existem países, regiões ou locais desenvolvidos, mas sim sociedades capazes de se desenvolver. Para analisar tais sociedades, consequentemente, o importante não é o que diretamente proporciona as características porventura consideradas desejáveis do desenvolvimento como, por exemplo, aquelas que se relacionam com a melhoria da qualidade de vida, envolvendo a renda, a organização econômica, as formas de exploração dos recursos, etc. Na abordagem aqui proposta, o importante na análise do desenvolvimento, e da sua sustentabilidade, são as propriedades sistêmicas ou emergentes que permitem que as sociedades consigam se adaptar e evoluir adequadamente.

Segundo Byrne (1999), as sociedades apresentam certas propriedades, que o autor denomina sistêmicas, que são atributos tanto dos indivíduos como das relações que estes mantêm entre si, as quais exercem uma influência profunda sobre a sociedade como um todo, alterando sua capacidade de se desenvolver. Nessa perspectiva, novas formas de relações sociais e novas formas de manipulação de energia e uso de recursos são os principais fatores geradores de diversidade em uma sociedade. Pode-se argumentar que a capacidade de inovar, para se manifestar plenamente, necessita que os seres humanos desfrutem de um mínimo de liberdade substantiva, isto é, que os seres humanos tenham não apenas o direito formal de exercer sua liberdade, mas também as condições materiais para tanto. A abordagem do desenvolvimento que procuramos descrever aqui apresenta, assim, uma grande convergência com a noção de desenvolvimento como liberdade proposta por Sen (2000). Como esse autor, entendemos também que a liberdade supõe não apenas um rigoroso respeito aos direitos dos indivíduos, mas também o acesso a meios materiais e intelectuais que possibilitem a expressão das suas potencialidades. Além disso, a liberdade substantiva também pressupõe capacidade de ação política que possibilite uma efetiva participação de toda a população nos processos decisórios da sociedade (SEN, 2000).

A tentativa de promover uma liberdade que não seja apenas formal, no entanto, levanta problemas de difícil solução já que, em situações concretas, caracterizadas pela escassez de recursos e por conflitos de interesse, a expansão da liberdade de uns gera, inevitavelmente, a limitação da liberdade de outros. A promoção da liberdade substantiva, portanto, implica também formas de regulação do acesso aos recursos disponíveis e da solução de conflitos. O que determina a liberdade substantiva então não é a ausência de regras. Ao contrário, ela só pode ser assegurada por meio da existência de formas de regulação das relações sociais que assegurem certa igualdade do que Amartya Sen (2000) conceitua como funcionamentos e capacidades¹. E tal regulação, para que seja efetiva, deve ser fruto de processos democráticos de organização da sociedade (SEN, 2000).

Vários autores têm estudado fenômenos relacionados ao que tem sido denominado de inteligência coletiva para explicar por que certos problemas são mais eficientemente resolvidos coletivamente do que a partir de decisões individuais (LÉVY, 1999; SUROWIECKI, 2004; PÓR, 1995; SZUBA, 2001). Assim, em uma sociedade que se auto-organiza, diferenciando suas estruturas internas, os indivíduos que a compõe passam a ocupar posições cada vez mais específicas, o que dificulta uma plena compreensão, por parte de qualquer um destes indivíduos, do estado ou do comportamento global da sociedade (LÉVY, 1999). Além disso, a existência de interesses conflitantes que afetam a todos os indivíduos, embora em diferentes graus, aumenta ainda mais essa dificuldade.

Como destacado por Surowiecki (2004), há processos de decisão em que os indivíduos, analisando problemas de forma independente e descentralizada, geraram, coletivamente, soluções mais precisas do que as soluções elaboradas por eles mesmos de forma isolada. É interessante observar que nesses processos são as soluções genuinamente coletivas que se mostram superiores, e não apenas as soluções individuais, devidamente selecionadas pelo grupo (SUROWIECKI, 2004). Szuba (2001) chega a propor um modelo formal, utilizando técnicas de inteligência artificial, mostrando que processos computacionais distribuídos, descentralizados e paralelos, podem mostrar-se muito superiores a processos computacionais centralizados, mesmo quando estes últimos possuem maior capacidade de processamento. Portanto, segundo o autor, os fenômenos de inteligência coletiva podem ser explicados na medida em que as pessoas agem como unidades de processamento paralelas descentralizadas e independentes.

Rihani (2002) também destaca a importância dos processos de aprendizado coletivo como um dos elementos centrais para o entendimento do desenvolvimento como um processo evolutivo. Segundo esse autor, as mudanças observadas nas sociedades não dizem respeito apenas às formas como elas se organizam, mas também à maneira como os indivíduos passam a compreender a sociedade, a partir das suas experiências e da aquisição de novas informações. É interessante observar que as mudanças resultantes da maneira como os indivíduos percebem a sociedade tornam ainda mais difícil a identificação de relações entre a estrutura e o estado (ou o comportamento) da mesma, acentuando a sua complexidade.

A liberdade substantiva e a inteligência coletiva, por consequência, são propriedades sistêmicas essenciais a serem promovidas em ações de desenvolvimento (SILVA NETO, 2008a).

6 A questão da sustentabilidade dos processos de desenvolvimento

Vários autores têm salientado a necessidade de uma visão dinâmica e evolutiva da sustentabilidade. Proops et al. (1996) afirmam que a sustentabilidade não é algo a ser atingido, mas um constante processo. Segundo Holling (2000), sustentabilidade é a capacidade de criar, testar e manter capacidade adaptativa, enquanto que desenvolvimento é o processo de criação, teste e manutenção de oportunidades. Para esse autor, portanto, o desenvolvimento sustentável refere-se ao objetivo de promover capacidades adaptativas e criar oportunidades.

Voinov e Farley (2006) afirmam a existência de uma contradição interna no conceito de sustentabilidade, indicando que a manutenção de um sistema muitas vezes ocorre graças à renovação periódica de seus subsistemas, os quais não seriam, portanto, sustentáveis em termos absolutos. Assim, segundo os autores, a simples identificação da sustentabilidade com preservação ou conservação, sem levar em consideração os diferentes níveis hierárquicos dos sistemas, pode comprometer seriamente a sustentabilidade da biosfera e, por consequência, a de todos os subsistemas que a compõem.

Ao considerarmos as sociedades humanas como estruturas dissipativas, em constante evolução, também reforçamos esta posição de que não se pode discutir a sustentabilidade em termos absolutos. É preciso especificar o que se está – e o que não se está – procurando sustentar, pois de qualquer forma no futuro a sociedade será diferente. E as mudanças ocorrerão tanto no que diz respeito às condições materiais para o desenvolvimento como em relação ao próprio significado específico que será atribuído a esse termo. Embora muitas noções relacionadas ao que em geral, de um ponto de vista normativo, se entende por desenvolvimento, como, por exemplo, a necessidade de melhorar a qualidade de vida dos mais pobres ou de preservar o meio ambiente de forma a assegurar boas condições de vida às gerações futuras, possam parecer amplamente consensuais, tais consensos são insuficientes para o estabelecimento de critérios para a tomada de decisão diante de problemas que se colocam em situações concretas, caracterizadas pela escassez de recursos e por conflitos de interesses.

De um ponto de vista evolutivo, portanto, a determinação do que pode ser considerado desenvolvimento sustentável só tem sentido a partir da análise objetiva de problemas concretos que permitam delimitar as alternativas que se colocam para a sociedade, as quais devem ser avaliadas levando-se em consideração as suas possíveis consequências, os meios necessários para que elas possam ser efetivadas, etc. E isto não apenas em relação às consequências ambientais, mas também em relação às consequências sociais, ou seja, é necessário que se estime qual parte da sociedade – categorias sociais, setores econômicos, etc. – será prejudicada a partir da escolha de cada alternativa, e como evitar que os indivíduos ou grupos sociais potencialmente prejudicados por elas não sejam simplesmente marginalizados na sociedade.

Fica claro que, segundo a abordagem evolutiva que procuramos desenvolver neste artigo, existem várias “sustentabilidades” possíveis de uma sociedade, sendo que a promoção de uma delas ocorrerá, sempre, em detrimento de outras.

É importante demarcar, assim, que os estudos do desenvolvimento e de sua sustentabilidade devem ser fundamentados por análises objetivas de problemas concretos para embasar as escolhas a serem realizadas. Como nos lembram Berkes e Turner (2005), um mundo de incerteza e transformações requer enfoques alternativos e pensamento flexível. Compartir o poder e a responsabilidade entre governos e populações locais, segundo ele, parece ser um caminho necessário para produzir sistemas flexíveis e de múltiplos níveis de governança, nos quais os acordos institucionais e o conhecimento se construam e se revisem num processo permanente de tentativa e erro. Elinor Ostrom (2000) também enfatiza que cada situação exige regras particulares que levem em conta os atributos específicos dos

sistemas físicos, as distintas visões culturais do mundo e as relações econômicas e políticas de cada região.

Isso não significa que as escolhas devam ser feitas sem a consideração de princípios éticos e morais, inclusive os que levam em consideração os possíveis interesses e necessidades das gerações futuras, ou de outras espécies, ou ainda a necessidade da preservação da biodiversidade como um fim em si mesmo. Tais escolhas não apenas devem ser realizadas levando em conta tais princípios, como entendemos que elas são mesmo impossíveis de serem feitas independentemente deles. O que procuramos enfatizar aqui é que tais princípios não são suficientes para a identificação e a análise das alternativas que se colocam para as sociedades e das consequências da escolha de cada uma delas. E essa análise é de suma importância, na medida em que qualquer que seja a alternativa escolhida, as consequências são irreversíveis. Resta ainda lembrar que, em função do caráter evolutivo da sociedade, a opção de nada mudar é impraticável.

7 A promoção do desenvolvimento sustentável

Pela abordagem proposta neste trabalho, a promoção do desenvolvimento sustentável consiste, essencialmente, na promoção das propriedades sistêmicas responsáveis pela evolução das sociedades. Isso não significa afirmar que ações direcionadas à solução de problemas específicos do desenvolvimento sustentável não devam ser implementadas e muito menos que cientistas e técnicos não devam participar dos debates que possam potencializar as sociedades a resolverem tais problemas.

Afirmar que a promoção do desenvolvimento sustentável é essencialmente a promoção da liberdade substantiva e da inteligência coletiva significa subordinar as propostas de solução de problemas específicos do desenvolvimento sustentável ao caráter evolutivo das sociedades humanas. É entender que a solução dos problemas sociais, inclusive os relacionados ao desenvolvimento sustentável, passa por um amplo processo de aprendizado da sociedade como um todo, e não pela sua organização, de forma centralizada, por alguma das suas partes, tais como o estado, o mercado, a comunidade científica ou organizações da sociedade civil.

A interpretação das sociedades humanas como sistemas dissipativos auto-organizados tem, portanto, profundas consequências sobre as formas de promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo essa visão, promover o desenvolvimento sustentável não significa estimular supostos mecanismos espontâneos de regulação econômica, tal como o mercado, na medida em que este é apenas uma dentre várias instâncias importantes para o funcionamento da economia e, portanto, para o desenvolvimento sustentável.

Da mesma forma, uma abordagem do desenvolvimento sustentável baseada em estruturas dissipativas não implica a defesa de um papel proeminente do estado na organização da sociedade, pois ainda que o estado seja uma instituição cujo funcionamento é uma condição necessária para a reprodução das sociedades contemporâneas, ele não deixa de ser uma instituição interna à sociedade, estando sujeito aos mesmos condicionantes que regem o seu funcionamento. Em outras palavras, segundo a abordagem dos sistemas dissipativos aqui proposta, não se pode considerar o estado como um “deus ex-machina”,

capaz de organizar a sociedade a partir de um ponto de vista externo à mesma. Ao contrário, o estado também tem que ser considerado como uma dentre várias instituições importantes para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Cabe destacar, por fim, o importante papel que deve ser assumido, neste processo, pelos pesquisadores e técnicos. A ciência é, evidentemente, um poderoso instrumento de aprendizagem e, nesse sentido, um grande esforço pedagógico deve ser realizado por parte dos pesquisadores e técnicos para que os resultados científicos possam estar disponíveis a um grande número de pessoas, posicionadas nos vários segmentos da estrutura social, o que pode torná-los elementos de importância central no debate sobre o desenvolvimento sustentável. Ao desempenhar o seu papel nesse debate, no entanto, pesquisadores e técnicos devem considerar os demais agentes sociais como interlocutores verdadeiros, legítimos e qualificados, pois apenas assim é possível promover o desenvolvimento sustentável a partir de uma visão evolutiva da sociedade.

As consequências da consideração do desenvolvimento sustentável como um processo aberto e evolutivo, portanto, vão muito além da necessidade do desenvolvimento de métodos científicos mais adequados à compreensão da sua complexidade. Tal consideração exige também mudanças profundas das concepções hegemônicas altamente verticalizadas que presidem as relações entre, de um lado, os cientistas e seus porta-vozes (que vão desde representantes de instituições oficiais até organizações não governamentais) e, de outro, os demais grupos sociais.

8 Conclusões

Ao longo dos últimos séculos, as sociedades contemporâneas têm se tornado cada vez mais dependentes da ciência para a sua sobrevivência. Nesse sentido, a contribuição da ciência deverá ser crucial para um enfrentamento adequado dos graves problemas que atualmente se colocam para que boa parte da humanidade possa desfrutar de condições dignas de vida e que, nesse processo, sejam promovidas condições que permitam a sustentabilidade das sociedades contemporâneas.

A discussão realizada neste artigo implica, porém, que o sucesso de tal contribuição depende da capacidade de transformação da própria ciência, tanto em relação às suas abordagens teóricas e metodológicas como também, e principalmente, no que diz respeito à postura dos detentores do conhecimento científico diante dos demais grupos sociais, de maneira que ela possa considerar adequadamente a complexidade dos processos de desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, procurou-se demonstrar que a promoção do desenvolvimento sustentável é incompatível com a noção positivista de um conhecimento científico infalível, cuja função seria a de proporcionar um controle crescente sobre a natureza e a sociedade. Por outro lado, o relativismo subjetivo e absoluto proposto pela hermenêutica pós-moderna, diante da complexidade das sociedades contemporâneas, impossibilita que a ciência possa contribuir de forma eficaz para a construção de critérios e referenciais para a discussão dos problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável junto aos grupos sociais.

Diante dessa situação, destacam-se, assim, as posições sustentadas pela Teoria da Complexidade e pelo Realismo Crítico. Ao conceber a ciência como uma atividade ao mesmo tempo objetiva e aberta, tais abordagens permitem compreender o desenvolvimento sustentável como um processo eminentemente emancipatório, podendo proporcionar, por consequência, contribuições de importância crucial para que a humanidade possa enfrentar o desafio do seu desenvolvimento sustentável.

Referências bibliográficas

- ARCHER, M. **Realist social theory: the morphogenetic approach**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.
- _____. Introduction to Part II: Realism in the social sciences. In: ARCHE, M. et al. (Ed.). **Critical realism: essential readings**. Londres: Routledge, 2004. p. 189-203.
- BERKES, F.; TURNER, N. Conocimiento, aprendizaje, y la flexibilidad de los sistemas socioecológicos. *Gaceta Ecológica*, n. 77, p. 5-17, 2005. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx>>.
- BERTALANFY, L. VON. **General system theory**. New York: George Braziller, 1968.
- BHASKAR, R. **Scientific realism and human emancipation**. Londres: Verso, 1986.
- _____. **The possibility of naturalism**. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf, 1989.
- _____. **A realist theory of science**. Londres: Verso, 1997.
- BOISIER, S. E se o desenvolvimento fosse uma emergência sistêmica? In: ROJAS, P. A. V. **Desenvolvimento endógeno**: um novo paradigma para a gestão local e regional. Fortaleza: IADH, 2004.
- BROCKMAN, J. **The third culture**: beyond the scientific revolution. New York: Touchstone, 1996.
- BYRNE, D. **Complexity theory and the social sciences**: an introduction. London: Routledge, 1999.
- CAVALCANTE, C. M. **Análise metodológica da economia institucional**. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007. Disponível em: <http://www.uff.br/cpgeconomia/novosite/arquivos/tese/2007-carolina_cavalcante.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2009.
- CHIBENI, S. S. A inferência abdutiva e o realismo científico. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v. 6, n. 1, p. 45-73, 1996.
- COLLIER, A. **Critical realism**. Londres: Verso, 1994.
- EDGLEY, R. Reason as dialectic: science, social science and socialist science. *Radical Philosophy*, vol. 15, p. 2-7, 1976.
- FOIRETTI, G. A concept of complexity for the social sciences. *Revue Internationale de Systémique*, vol. 12, p. 285-312, 1998.
- FRÄNGSMYR, T. (Ed.). **Nobel lectures, Chemistry 1971-1980**. Singapore: World Scientific Publishing, 1993. Disponível em: <<http://nobelprize.org/nobelfoundation/publications/lectures/index.html>>. Acesso em: 04 jul. 2006.
- GLEICK, J. **Chaos**: making a new science. New York: Viking-Penguin, 1987.
- HAMLIN, C. L. Realismo crítico: um programa de pesquisa para as ciências sociais. *Dados*, v. 43, n. 2, 2000.
- HARVEY, D. L.; REED, M. Social science as the study of complex systems. In: KIEL, D. L.; ELLIOT, E. (Ed.). **Chaos theory in the social sciences**: foundations and applications. Michigan: University of Michigan Press, 2004. p. 295-323.
- HOLLING, C. S. Theories for sustainable futures. *Conservation Ecology*, v. 4, n. 2, p. 7, 2000. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol4/iss2/art7/>>. Acesso em: 24 fev. 2007.
- KAUFFMAN, S. **At home in the universe**. The search for the laws of self-organization and complexity. New York/Oxford: Oxford University Press, 1995.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1982.
- LAWSON, T. **Economics and reality**. Londres: Routledge, 1997.
- LÉVY, P. **Collective intelligence**: mankind's emerging world in cyberspace. New York: Perseus Books, 1999.
- MONOD, J. **Chance and necessity**. New York: Knopf, 1971.

- NORRIE, A. *Crime, reason and history*. Londres: Butterworth, 1993.
- OSTROM, E. Diseños complejos para manejos complejos. *Gaceta Ecológica*, v. 54, p. 43-58, 2000. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx>>.
- PÓR, G. The quest for the collective intelligence. In: PECK, M. P. *Community building: renewing the spirit and learning in business*. New Leaders Press, 1995. Disponível em: <<http://www.vision-nest.com/cbw/Quest.html>>. Acesso em: 24 abr. 2006.
- PRICE, B. The myth of postmodern science. In: EVE, R. A. et al. (Ed.). *Chaos, complexity and sociology: myths, models and theories*. London: Sage, 1997. p. 3-14.
- PRIGOGINE, I. *Les lois du chaos*. Paris: Flammarion, 1993.
- _____. *The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature*. New York: The Free Press, 1997.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. *La nouvelle alliance*. Métamorphose de la science. Paris: Gallimard, 1986.
- _____. *Entre le temps et l'éternité*. Paris: Flammarion, 1992.
- PROOPS, J. L. R. et al. Achieving a sustainable world. *Ecological Economics*, v. 17, p. 133-135, 1996.
- RIHANI, S. Implications of adopting a complexity framework for development. *Progress in Development Studies*, v. 2, n. 2, p. 133-143, 2002.
- SEN, A. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- SILVA NETO, B. Complexidade e desenvolvimento. *Desenvolvimento em Questão*, v. 2, n. 4, p. 9-32, 2004.
- _____. Análise-diagnóstico de sistemas agrários: uma interpretação baseada na teoria da complexidade e no realismo crítico. *Desenvolvimento em Questão*, v. 5, n. 9, p. 33-58, 2007.
- _____. Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada em sistemas dissipativos. *Ambiente & Sociedade*, vol. 11, n. 1, p. 15-31, 2008a.
- _____. Fundamentos estatísticos da análise-diagnóstico de sistemas agrários: uma interpretação baseada na teoria da evidência de Dempster-Shafer. *Desenvolvimento em Questão*, v. 6, n. 12, p. 121-148, 2008b.
- SILVA, C. L. Desenvolvimento sustentável: um conceito multidisciplinar. In: SILVA, C. L.; MENDES, J. T. G. (Org.). *Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar*. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 11-40.
- SMETS, P. The combination of evidence in the transferable belief model. *IEEE - Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 12, p. 447-458, 1990.
- SNOW, C. P. *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- SUROWIECKI, J. *The wisdom of crowds: why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies and nations*. New York: Doubleday/Random House, 2004.
- SZUBA, T. *Computational collective intelligence*. New York: Wiley, 2001.
- VOINOV, A.; FARLEY, J. Reconciling sustainability, systems theory and discounting. *Ecological Economy*, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/ecolet>>. Acesso em: 24 fev. 2007.

Notas

¹ Segundo Amartya Sen (2000, p. 95), “o conceito de ‘funcionamentos’ reflete as várias coisas que uma pessoa pode considerar ser valioso fazer.” Assim, “os funcionamentos podem ser desde elementares, como ser adequadamente nutrido e livre de doenças evitáveis, a atividades ou estados pessoais muito complexos, como poder participar da vida da comunidade e ter respeito próprio.” Já “a ‘capacidade’ de uma pessoa consiste nas combinações alternativas de funcionamentos cuja realização é factível para ela.”

A CIÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: PARA ALÉM DO POSITIVISMO E DA PÓS-MODERNIDADE

BENEDITO SILVA NETO
DAVID BASSO

Resumo: O artigo discute as consequências epistemológicas da adoção de um conceito de desenvolvimento sustentável que pressupõe explicitamente que a biosfera e as sociedades humanas são sistemas complexos e abertos. Argumenta-se que a Teoria da Complexidade e o Realismo Crítico constituem-se em abordagens fundamentais para potencializar as contribuições da ciência ao enfrentamento do desafio da sustentabilidade.

Palavras-chave: Realismo crítico. Complexidade. Desenvolvimento. Sustentabilidade.

Science and sustainable development: beyond positivism and post-modernity

Abstract: The article discusses the epistemological consequences of adopting a concept of sustainable development that explicitly presupposes that the biosphere and the human societies are complex and open systems. It is argued that the Complexity Theory and the Critical Realism are fundamental approaches for enhancing the contributions of science to the challenge of sustainability.

Keywords: Critical realism. Complexity. Development. Sustainability.
