

Edafodiversidade: Como um cientista do solo deve pensar?



por Juan José Ibáñez

Pesquisador Sênior do CIDE (Conselho Superior de Investigações Científicas - CSIC, Espanha)
E-mail: choloibanez@hotmail.com



[ResearchGate](#)

[Blog](#)

1. Introdução

1.1. Uma Tese de Doutorado e uma obviedade

Na primavera de 1986 estava terminando de escrever a minha Tese de Doutorado que versava sobre ecologia da paisagem e sistemas edáficos. Durante os cinco anos anteriores publiquei vários artigos sobre catenas hidromórficas em antigos nichos glaciares da alta montanha na Península Ibérica. Em alguns daqueles escritos tinha inventariado ao mesmo tempo, tipos e propriedades do solo, vegetação e fauna edáfica (principalmente collembolas e nematóides). Semanalmente voltava para coletar informações sobre umidade e temperatura do solo, com uma instrumentação obsoleta no século XXI. Por ser um biólogo dedicado à ecologia e interessado pelos solos conhecia relativamente bem às ferramentas matemáticas para o estudo da biodiversidade. De fato em alguns daqueles artigos os tinha utilizado. Voltando a analisar uns dados sobre a abundância dos tipos de solos das bacias de drenagem da área de estudo vi o que realmente se plas-mava no papel (tipos de coisas e suas respectivas abundâncias). Foi trivial que eu me pergunte: "Não é a mesma coisa, seja de espécies biológicas, ou tipos de solos, assim como suas respectivas abundâncias, com independência destas últimas se estimassem segundo seu número de indivíduos ou coberturas por unidade de área?". Categorias estimadas segundo uma classificação ou taxonomia e uns números que expressavam a abundância de taxa. Por que não aplicar as mesmas ferramentas matemáticas para estimar a diversidade dos solos? Serão interessantes os resultados? Que informações proporcionarão? E assim comecei, quase sem sabê-lo, sem realizar esforço algum uma linha de pesquisa que com o tempo se chamaria edafodiversidade ou pedodiversidade.

É bom lembrar que o termo biodiversidade não se conceituou até 1988, se popularizando em 1992 graças à [Cúpula da Terra de Rio de Janeiro](#) e as Convenções Internacionais relacionadas com ela (leia-se [Convenção da Diversidade Biológica](#)). Não fazia falta ser um gênio. No entanto, frequentemente, não vemos e/ou não entendemos o que temos diante dos nossos olhos. O Planeta Terra em um universo de diversidades.

1.2. Uma Tese de Doutorado e um jovem pré-doutoral ingênuo

Quando comecei minhas pesquisas só tinha uma ideia na cabeça. Tinha me apaixonado por um território de montanha surpreendentemente diverso e queria entendê-lo em sua totalidade. Com minha profissão ecológica, logo me dei conta que não poderia compreender a paisagem vegetal. Um colega e amigo me ensinou o caminho. Na maioria dos cenários europeus a história do território desenha sua paisagem. Comecei a ler livros sobre geografia regional finalmente, e a distribuição espacial da vegetação da área de estudo começou a se tornar mais clara diante dos meus olhos.

Seguia compilando dados e comecei a adentrar-me em edafologia. No entanto logo descobri que também não consegui decifrar as pautas de distribuição dos solos na área de estudo. Os mapas geológicos eram pouco detalhados e não tinha sido feita nenhuma cartografia geomorfológica. Em consequência com a ajuda de amigos e colegas expertos nessas matérias, desenhei os respectivos mapas, nas escalas adequadas. Logo, já com a colaboração de pesquisadores mais maduros testei as bondades daquelas representações cartográficas. E assim cheguei à conclusão de que um edafólogo ou se interessa pela geologia e o modelado terrestre ou não poderia alcançar uma interpretação adequada da distribuição espacial dos tipos de solos.

No entanto ficavam muitos aspectos escuros. Por exemplo, sobre certas placas que davam lugar a solos ácidos detectava uma vegetação típica dos solos calcários. Ao analisar os solos detectei carbonato de cálcio ativo. Um dia falando com um pastor de ovelhas e cabras, descobri que seu gado transitava justamente por aqueles enclaves cuja vegetação e solos me resultavam enigmáticos. Depois de fazer-lhe algumas perguntas, pedi permissão para colher o material que algumas ovelhas levavam nos cascos. As análises mineralógicas mostravam a presença de calcários e dolomitos. O que ocorria?

Durante centos de anos, talvez algum milênio, os pastores levavam seus rebanhos pelas vias mais adequadas para sua alimentação. No caso o que me preocupava, era que antes de se adentrar nas colinas de ardósia transitavam por um planalto calcário/dolomítico, depositando dia a dia grãos de estes últimos nos lugares que tanto me afligiam. Dia a dia, ano após ano, século a século, tinham transformado os Leptosols e Cambissolos distritos em outros Nitrossolos. Daí a mudança da vegetação que os cobria. Assim cheguei à conclusão de que na hora de interpretar o território, uma tarefa inevitável se baseava em conversar com os camponeses e perguntar a eles incansavelmente. O trânsito secular do gado pode dar lugar a vegetações e solos cartografáveis à escala 1:20.000. Não continuarei narrando anedotas já que considero que é o bastante!

1.3. Um jovem postdoutorando excêntrico e polêmico

Resumindo, o dia que apresentava/defendia minha tese doutoral diante da Banca, seus membros ficaram desconcertados. Qual era o tema da tese desse jovem, me perguntaram? Compreender o território situado na minha área de estudos, respondi. Gostei ou não a interpretação da paisagem e seus componentes, sejam bióticos ou abióticos

demanda um estudo multidisciplinar, mas também transdisciplinar. Um mundo repleto de diversidades. Mas ainda o destino me reservava duas novas surpresas para adicionar à equação e fazer entender “minha paisagem mental”.

Justamente duas semanas depois de defender com êxito minha tese doutoral, comecei a ler um livro simplesmente porque eu gostei do título: “[Ideias Sobre a Complexidade do Mundo](#)”. E resultou que aquela monografia de [Jordi Wagensberg](#), foi o primeiro livro de divulgação que eu conheço que mencionava, naquele tempo a inovadora e assombrosa “teoria do caos” (atualmente nos referimos a aqueles pioneiros estudos como ciências da complexidade, sistemas não lineais, abarcando também o mundo dos fractais, etc.). Imediatamente me dei conta (talvez tenha pressentido) que os conceitos que tinha aprendido e suas matemáticas subjacentes, se adaptavam melhor a minhas ideias que a maior parte das matemáticas que utilizava, e comecei minhas primeiras tentativas de levá-las ao âmbito da pedogênese. E sem saber comecei a limpar meu futuro profissional.

2. O Mundo é muito complexo e caótico

Apenas dois meses depois de ler aquela Tese Doutoral, o Diretor do meu instituto insistiu que me apresente numa vaga de Cientista Sênior em Morfologia, Classificação e Mapeamento de Solos. Eu respondi que não era especialista no tema. No entanto no fim me convenceu, ainda que o Diretor da minha Tese Doutoral achasse que eu me daria mal. No segundo exercício escolhi apresentar uma visão da pedogênese do ponto de vista da termodinâmica do não equilíbrio, Teoria das Catástrofes e Teoria do Caos. Obviamente foi chocante já que nenhum membro da Banca conhecia esses temas. E assim obtive um cargo sênior num prazo recorde no CSIC (Conselho Superior de Pesquisas Científicas): cinco meses depois de ter concluído minha tese doutoral. E tudo graças à diversidade de conhecimentos que ia adquirindo. Tinha naquele tempo 31 anos, em 1986. Mas a fatalidade terminou gerando outra volta à minha desalinhada trajetória profissional.

3. Complexidade à beira do Caos

Em 1988 sofri um acidente tendo como resultado uma grave lesão no tornozelo. Depois de meses de terapias os médicos diagnosticaram que eu ficaria manco permanentemente. No entanto, o mais difícil foi a dor que acompanhou aquele defeito físico que sofreria por toda a vida. Oprimido pela doença, e não sendo capaz de continuar minha pesquisa de campo, segui lendo e lendo livro após livro sobre os solos, mas também sobre ciências da complexidade. Em uma dessas monografias o Prêmio Nobel [Ilva Prigogine](#) (com quem consegui conversar anos depois) compartilharia coautoria com a filósofa [Isabelle Stengers](#). Pela primeira vez ouvi falar de Filosofia da Ciência e o Método Científico. Por que não nos ensinam nas Faculdades de Ciências e Engenharia estas questões? Logo percebi que nós pesquisadores não sabemos nem definir o que é a ciência adequadamente. Sabem vocês que aqueles filósofos foram principalmente físicos e

matemáticos de grande reputação internacional? Devido à desvantagem que sofria me pareceu que fusionar pedologia, ciências da complexidade desde uma perspectiva filosófica poderia oferecer-me uma saída para seguir pesquisando. E assim o fiz, comprovando que as ferramentas para o estudo da diversidade estavam ligadas com as ciências da complexidade e os sistemas não lineares desde diversos pontos de vista. Hoje continuo com minhas pesquisas sobre pedodiversidade e sistemas complexos, e também ensino uma matéria de filosofia e sociologia da ciência na Universidade Politécnica de Madrid. A diversidade de matérias na minha mente aumentava. No entanto um fato curioso, engraçado e pouco crível, ainda que verdadeiro, mudou minha vida profissional em 1991/1992.

Por motivos de tempo para explicar, mas vinculadas com as dificuldades que sofre uma pessoa com debilidade motora numa cidade grande, com muito tráfego e incomodado com a dor do meu tornozelo, quis substituí-lo por uma “*perna de pau*” (leia-se uma prótese). Com o propósito de consegui-lo apostei na “ideia racional” de dar com meu pé doente fortes chutes contra a parede, querendo destruí-lo. Não consegui quebrar meu tornozelo em pedacinhos, mas logo depois de uma longa recuperação voltei a caminhar e correr com normalidade. Os médicos não conseguiam acreditar. Até o dia de hoje ninguém sabe ainda o motivo daquela tão violenta como milagrosa recuperação. Minha saúde continuo a sofrer reveses. Mas meu jeito de pensar tinha mudado para sempre.

Inicialmente, minha proposta para o análise da pedodiversidade foi bem aceita pelos meus colegas e também nas revistas internacionais de impacto. No entanto pareço destinado a que minha vida seja com uma montanha russa. Logo apareceu um grupo de edafometras que se colocaram no caminho com arrogância virulenta. E assim comecei a caminhar por uma estrada tortuosa e cheia de obstáculos.

4. Edafometria (Edafologia Matemática) contra pedodiversidade?

São muitos os edafometras que defendem que os solos são um contínuo, pelo qual sua fragmentação e categorização nas unidades discretas que formam uma taxonomia, segundo eles, são totalmente subjetivas. A edafometria foi uma disciplina em auge e alguns de seus praticantes (edafometras) conseguiram obter posições de editor nas melhores revistas internacionais em ciência do solo. Aqueles edafometras convidaram-me a fazer análises utilizando taxonomias numéricas no lugar das clássicas. Só tinha que fazer essa mudança para ter uma vida profissional mais sossegada. No entanto a mente resulta ser um sistema muito complexo, e a diversidade de temas armazenados na minha cabeça deu lugar a que o sistema fique instável, adotando rapidamente uma nova linha de pesquisa que apoiou minha tese para enfrentar aqueles poderosos edafometras. E assim começaram minhas pesquisas sobre a estrutura formal ou matemática das classificações biológicas e edafológicas. Os resultados obtidos foram elogiados em conferências e simpósios, mas era difícil de passar os filtros das revistas indexadas. É claro que quando me defendia dos ataques dos árbitros apelando a argumentos do método científico a fúria dos colegas cobrava força.

5. Classificação e taxonomias: a diversidade de inventário

O ser humano tem a necessidade de categorizar, tanto para realizar seus processos mentais, como para se comunicar por meio da linguagem. Assim, no Dicionário das Ciências Cognitivas (Houdé et. al, 2003) lemos:

A categorização é uma conduta adaptativa fundamental pela qual “cortamos” a realidade física e social. Sua função cognitiva é criar as categorias (de objetos, indivíduos, etc.) necessárias para a transição do contínuo ao discreto.

Na hora de explicar a necessidade de categorizar, muitos filósofos apelam à outra palavra “coisificar”. Esta palavra tenta estabelecer que a mente humana precisa falar de objetos ou coisas, ainda que na natureza possam ser diferenciados, ou não, com certa dificuldade. A mente humana categoriza e classifica sem parar no dia a dia, ainda que a gente não perceba. Assim, por exemplo, os cientistas desconhecem qual é a natureza das partículas alimentares; se são ondas, partículas ou outra coisa. No entanto as categorizam, nomeiam e classificam. Do mesmo jeito, só conhecemos a natureza dos planetas além do sistema solar, apesar do qual já se propõem as primeiras classificações. O mesmo poderia dizer das galáxias e outras entidades cósmicas. Descendo na terra temos a mesma necessidade para nomear e classificar os objetos e processos do mundo que nos rodeia.

Quantos tipos de solos têm no mundo? Quantas espécies biológicas têm no mundo? Em primeiro lugar cabe ressaltar que os números são obtidos através de taxonomias. Há tantas espécies como são aceitas nas classificações biológicas, como o número de edafotaxa nas pedológicas. Portanto, uma taxonomia pode ser considerada com um inventário sempre “provisório”, da variedade e diversidade da vida, nos solos, etc. Contudo os conceitos de espécies e solos, bem como os critérios utilizados para suas respectivas fronteiras determinarão suas abundâncias. Dai a importância de dispor uma taxonomia universal com o propósito de não ser engolidos pelo dilema da Torre de Babel.

6. O Dilema naturalia/artificialia (sobre o discreto e o contínuo)

Desconheço o motivo pelo que os edafometras, mas também muitos taxónomos clássicos dos solos defendem que as espécies biológicas são entidades objetivas enquanto que os pedotaxa são subjetivos. Nada mais longe da realidade. Carl Zimmer (2008) em *Scientific American* nos informa que:

“There is no general agreement among biologists on what species are, (...) Jonathon Marshall, a biologist at Southern Utah University. At last count, there were at least 26 published concepts in circulation” (“Não há acordo universal entre os biólogos sobre o

que são as espécies (...) Jonathon Marshall, um biólogo da Universidade de Southern Utah. Na última contagem, havia pelo menos 26 conceitos publicados em circulação.”)

Portanto, de acordo com os edafometras radicais, as taxonomias biológicas também deveriam desaparecer, uma vez que o conceito de espécies é subjetivo. De fato, muitos biotaxónomos consideram que os organismos biológicos, pelo menos muitos táxones, variam de um jeito contínuo, mais que discreto (Sattler 1986).

O ser humano tem aparatos cognitivos e sensoriais para se adaptar a sobreviver no mundo ao redor. O que é a “realidade” não pode ser respondido através da ciência, mas bem que é uma matéria que pertence à ontologia. Se a natureza varia discretamente ou continuamente resulta ser irresolúvel. Ibáñez e Boixadera (2002) e Ibáñez et al. (2005) lembram que o dilema naturalia/artificialia começa com a controvérsia entre Linneo e Buffon no século XVIII, sem ser resolvida até hoje, por isso é impossível quebrar o nó górdio da necessidade de categorizar e classificar inerente à mente humana.

No entanto, branco/preto, discreto/contínuo, natural/artificial são antónimos, ou seja, uma grosseira dicotomia sobre as complexidades das coisas. E assim, Levy-Leblond (1996), alerta do perigo do seu uso na prática científica. Na verdade, o biofilósofo Rolf Sattler (1986) defende que as espécies são picos que sobressaem de um contínuo que pode ser representado como uma curva sinuosa, cheio de picos e vales. O mesmo poderia aplicar-se ao mundo dos solos (Ibáñez e Boixadera, 2002). Defender que algo é discreto ou contínuo resulta ser mais uma questão de perspectiva e mesmo de gosto. Tomemos um exemplo. O mesmo debate que acabamos de descrever surgiu faz décadas em ecologia. Se nos centrarmos no caso da vegetação, entendida como comunidades de espécies vegetais que costumam aparecer juntas, umas escolas defendiam que variavam de maneira contínua, pelo que os mapas de classes de vegetação eram evidentemente artificiais, em quanto que outras adotavam a perspectiva oposta. Logo de muitos anos de debates inúteis, atualmente ambas as escolas coabitam em ecologia vegetal. Uns botânicos realizam mapas com classes discretas, em quanto que os outros utilizam o que denominam análise de gradiente (“*gradient analysis*”) a fim de dar conta de sua estrutura no “contínuo”. Também não é incomum que muitos geobotânicos utilizem em um mesmo trabalho simultaneamente ambas as abordagens. Porque o mundo natural é muito complexo, possivelmente o mais desejável seja analisá-lo a partir de varias perspectivas. E mais uma vez nos deparamos com a diversidade, desta vez conceptual.

A imposição de uma perspectiva sobre a outra pode ser um sintoma de intolerância, em vez de objetividade. Outra nova maneira em que o pensamento único atenta contra a diversidade de liberdade para poder executar um pensamento crítico. Resumindo, o dilema naturalia/artificialia será dissolvido quando os defensores de ambas as perspectivas aceitarem sua ignorância/intolerância.

7. Sobre taxonomías clássicas versus numéricas

Não aprofundaremos mais sobre o tema, ainda que devemos realizar uma última reflexão. Alguns edafometras, apelando uma vez mais à “objetividade” defendem que necessitamos classificações numéricas em lugar das atuais por quanto estas últimas são subjetivas. Trata-se de outro velho debate que afeta às taxonomias biológicas faz décadas, ainda que já se iniciasse nos tempos de Linneo.

Finalmente, os defensores não conseguiram impor sua tese. Atualmente a elaboração conceptual de uma taxonomia biológica não difere muito de como são executadas as taxonomias edafológicas. No entanto, as ferramentas numéricas fazem parte do arsenal de procedimentos que usam os biotaxónomos para discernir entre “alguns” taxa de outros com funções semelhantes. A diversidade de abordagens, uma vez mais começou pelo confronto e terminou com a complementariedade, para não falar de fusão. No entanto, devemos lembrar que estudos recentes parecem demonstrar que as estruturas matemáticas das classificações biológicas e edafológicas seguem os mesmos padrões (Ibáñez e Ruiz-Ramos, 2005; Ibáñez et al. 2006).

8. Edafodiversidade e Biodiversidade

Recentemente foi publicado um livro em que se expõe o estado da arte sobre os estudos de pedodiversidade (Ibáñez e Bockheim, 2013), de modo que o leitor consulte este texto para evitar ter que desenvolver uma lista muito longa. Não vamos entrar em detalhes nem descreveremos as ferramentas matemáticas utilizadas (pois existe uma abundante bibliografia publicada sobre as mesmas em Internet e de livre acesso como em [Ibáñez y García-Álvarez](#)). Basta destacar alguns dos itens mais importantes que os especialistas têm encontrado até o momento. Em primeiro lugar, os padrões espaciais de ambos os recursos, pedológicos e biológicos (já falamos de espécies ou tipos de vegetação) são praticamente idênticas, independentemente das escalas de resolução realizados em diferentes estudos. Este fato, se verdadeiro, poderia refutar parte da teoria ecológica, já que seus especialistas acreditam que as regularidades mencionadas em questões de biodiversidade são o produto de mecanismos puramente ecológicos. Três estudos realizados por diferentes autores mostram que os mencionados padrões espaciais em edafodiversidade são as mesmas sendo utilizadas as classificações numéricas ou clássicas (leia-se subjetivas para alguns colegas). Outros autores como Jonathan Phillips, Norair Toomanian, e Juan José Ibáñez argumentam que os mencionados padrões espaciais e ainda temporais de diversidade, são características de todos os sistemas não lineares (ou seja, complexos), bem como prova de sua natureza fractal.

A diversidade de solos está estreitamente relacionada com a da modelagem terrestre. Assim, tem se estudado se os padrões de diversidade geomorfológica seriam semelhantes aos de biodiversidade e pedodiversidade. Da mesma forma, globalmente todos os países ricos em tipos de solo, também são ricos em espécies vegetais e animais e vice-versa (Ibáñez e Feoli, 2013). Isso permite representar como uma conjectura que

deve ser corroborada, que provavelmente todas as diversidades de recursos naturais estão correlacionadas e obedecem às mesmas leis.

9. Thomas Kuhn, Mudanças de Paradigma, Variabilidade das propriedades do solo e edafodiversidade.

Se a diversidade é positiva, o abuso também pode causar problemas. Contribuições como as do artigo de [Thomas Kuhn](#) sobre a Estrutura das revoluções científicas que são bem vindas, mas infelizmente, são raras. No curso que ensino sobre filosofia e sociologia da ciência, costumo substituir os exemplos clássicos que falam de Galileu, Copérnico, Einstein, etc. por exemplos extraídos da ecologia e pedologia. Justamente quando falo de paradigmas incompatíveis e tese controversa da incomensurabilidade de Kuhn, faço uso de um exemplo edafológico que resulta muito esclarecedor. Eu costumo apresentar aos alunos um gráfico de Kachanoski (1988) os mapas de uma cronossequência do solo nos que se estudou a variabilidade das propriedades do solo (usando procedimentos geostatísticos), assim como a pedodiversidade e finalmente uma fotografia de uma trincheira de muitos metros onde se observa uma paisagem de podzóis que varia apenas na profundidade em que aparece a sua sequência de horizontes. E a surpresa vem rapidamente.

No gráfico da Kachanoski (o mesmo poderia ser dito do mapa de Saldana e Ibanez para o terraço inferior de uma cronossequência Fluvial) pode se detectar uma sequência de horizontes genéticos invariantes (são os mesmos), pelo que podemos falar de um padrão determinista. No entanto, a transição muito ondulada dos horizontes genéticos induz a que as análises geoestatísticas de certas propriedades do solo em profundidades padrão gerem um efeito pepita. Ou seja, a partir da última análise pode-se inferir que temos um padrão espacial mais ou menos estocástico. Por isso, segundo a utilização de uma perspectiva ou outra poderíamos falar de "determinismo" ou "aleatoriedade". E aqui chegamos a um nó górdio difícil de desembaraçar. Muitos edafometras que reivindicam uma mudança de paradigma baseados na edafometria e mapeamento de solos, utilizando geoestatística podem defender descaradamente a aleatoriedade acima mencionada. Por outro lado, um edafólogo de campo que classifique os solos diria o contrário. Duas perspectivas dois paradigmas!

Pessoalmente acho que aquela trincheira do podzol não pode ser desprezada, pois nos fala de muitas estruturas e processos (os associados a este edafotaxa) e entre eles, estamos vendo uma mesma estrutura. Obviamente, a perspectiva de uma edafometria seria muito diferente se tivesse extraído as amostras de cada horizonte de diagnóstico, e não a profundidades padrão. Portanto, a confusão ou polêmica não está na geoestatística, mas bem no planejamento da amostragem: profundidades fixas (para a qual não é necessária a assistência de um pedólogo experiente) ou variáveis em função da profundidade, que sim exigem uma descrição do perfil e os seus horizontes.

Estou muito preocupado que os nossos jovens pesquisadores esqueçam e/ou não se adestrem em estudos de campo e uma bagagem cultural impressionante acumulada por milhares de edafólogos. As novas tecnologias e ferramentas de geoestatística ofere-

cem oportunidades impressionantes. No entanto, só podemos extrair seu valor integral se ele serve para fazer avançar a não reconstruir a edafologia clássica, já que não oferecem nenhuma alternativa conceptual, embora sim mais precisão de muitas maneiras.

10. Considerações finais

A diversidade de qualquer coisa é intrínseca à natureza. Como o leitor tem podido observar que minha trajetória profissional tem ido enriquecendo-se e diversificando-se conforme me adentrava em mais e mais matérias científicas e filosóficas. Do mesmo jeito, tenho comprovado que muitos debates e controvérsias científicas são absolutamente enganosos, e gerados pela intolerância conceitual de que defendem diferentes pontos de vista. Pessoalmente eu tenho experimentado a intransigência de numerosos edafometras prestigiosos em meus estudos de pedodiversidade por não me submeter às exigências de levar a cabo as mesmas análises que fazia, mas usando taxonomias numéricas. Esteja quem esteja no poder, o que devemos exigir é que não nos leve por uma via do pensamento único, mas bem que fomente o pensamento crítico em sua diversidade.

Bibliografía

- Houdé, O., Kayser, D., Koenig, O., Proust, J. y Rastier, F. 2003. Diccionario de Ciencias Cognitivas. Amorrortu Editores, Buenos Aires, Argentina, 497 pp.).
- Ibáñez, J. J. y García-Álvarez, A. 2002. Diversidad: biodiversidad edáfica y geodiversidad. *Edafología*, 9: 329-385. Artículo de libre acceso en Internet: <http://edafologia.ugr.es/Revista/tomo9c/pag329.pdf>
- Ibáñez, J. J. y García-Álvarez, A. 2002. Diversidad: biodiversidad edáfica y geodiversidad. *Edafología*, 9: 329-385. Artículo de libre acceso en Internet: http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fedafologia.ugr.es%2FRevista%2Ftomo9c%2Fpag329.pdf&ei=VdqdU7CtCquT0AXauIC4Bg&usg=AFQjCNH9l6bT_r0zFqUcyMTVNWfk5OrIQw&sig2=C3AXn2xTQ0tRnIPKuI0CTw
- Ibáñez, J. J., Ruiz Ramos, M., Zinck, J. A. and Brú, A. 2005. Classical pedology questioned and defended. *Eurasian Soil Sci.*, 38. Suppl. 1, S75-S80.
- Ibáñez, J.J and Feoli, E., V 2013. Global Relationships of Pedodiversity and Biodiversity. *Vadose Zone Journal* doi:10.2136/vzj2012.0186.
- Ibáñez, J.J. and Boixadera, J. 2002. The search for a new paradigm in pedology: a driving force for new approaches to soil classification. In: Micheli, E. Nachtergaele, F. Jones, R. J. A. and Montanarella, L. (editors). *Soil Classification 2001*, (pp. 93-110), EU JRC, Hungarian Soil. Sci. Soc., FAO, 248 pp. EU, Italy.

- Ibáñez, J.J. Bockheim, J. 2013. Pedodiversity. C.R.C. Press. Boca Raton CA. ISBN-10: 1466582774 ISBN-13: 978-1466582774. 256pp.
- Kachanoski R.G., 1988. Processes in Soils-from pedon to landscapes. In: T. Ross-wall, R.G. Woodmansee and P.G. Risser (eds.), ESCOPE. Willey & Sons, N 35, Chichester, UK, p. 153-177.
- Levy-Leblond J.M. 1996. Le exercice de la pensée et la pratique de la science. Editions Gallimard.
- Sattler, R., 1986. Biophilosophy. Analytic and Holistic Perspectives. Springer-Verlag, 284 pp.
- Zimmer, C. 2008. What Is A Species? Scientific American, June 2008, 72-77 pp (fre available in Internet).