

# 2

## Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável<sup>4</sup>

*Francisco Roberto Caporal  
José Antônio Costabeber  
Gervásio Paulus*

### 2.1 Introdução

A Agroecologia vem se constituindo na ciência basilar de um novo paradigma de desenvolvimento rural, que tem sido construído ao longo das últimas décadas. Isto ocorre, entre outras razões, porque a Agroecologia se apresenta como uma matriz disciplinar<sup>5</sup> integradora, totalizante, holística, capaz de apreender e aplicar conhecimentos gerados em diferentes disciplinas científicas, como veremos mais adiante, de maneira que passou a ser o principal enfoque científico da nossa época, quando o objetivo é a transição dos atuais modelos de

<sup>4</sup> Este texto foi publicado em 2006 e pode ser acessado em: <http://www.agroeco.org/socla/archivospdf/Agroecologia%20%20Novo%20Paradigma%2002052006-Itima%20Verso1.pdf>

<sup>5</sup> Ver Sevilla Guzmán y Woodgate (2002).

desenvolvimento rural e de agricultura insustentáveis para estilos de desenvolvimento rural e de agricultura sustentáveis<sup>6</sup>.

Ademais, como ciência integradora a Agroecologia reconhece e se nutre dos saberes, conhecimentos e experiências dos agricultores(as), dos povos indígenas, dos povos da floresta, dos pescadores(as), das comunidades quilombolas, bem como dos demais atores sociais envolvidos em processos de desenvolvimento rural, incorporando o potencial endógeno, isto é, presente no “local”. No enfoque agroecológico o potencial endógeno constitui um elemento fundamental e ponto de partida de qualquer projeto de transição agroecológica, na medida em que auxilia na aprendizagem sobre os fatores socioculturais e agroecossistêmicos que constituem as bases estratégicas de qualquer iniciativa de desenvolvimento rural ou de desenho de agroecossistemas que visem alcançar patamares crescentes de sustentabilidade.

Nesta perspectiva, pode-se afirmar que a Agroecologia se constitui num paradigma capaz de contribuir para o enfrentamento da crise socioambiental da nossa época. Uma crise que, para alguns autores, é, no fundo, a própria crise do processo civilizatório. Diante dessa crise, os problemas ambientais assumiram um status que ultrapassa o estágio da contestação contra a extinção de espécies ou a favor da proteção ambiental, para transformar-se “numa crítica radical do tipo de civilização que construímos. Ele é altamente energívoro e devorador de todos os ecossistemas (...)”. Na atitude de estar por sobre as coisas e

<sup>6</sup> Ver Caporal e Costabeber (2000a; 2000b; 2001; 2002; 2004a; 2004b). Para Pretty (1995), “é importante clarificar o que está sendo sustentado, por quanto tempo, em benefício e às custas de quem”. Este autor lembra que responder a estas questões é difícil, pois implica avaliar a troca de valores e crenças. Muito embora não explicitados, esses valores e crenças jogam um papel muito importante na produção do conhecimento científico, não apenas na definição das linhas de investigação como também na interpretação de resultados (PAULUS, 1999). A postura dominante do ser humano em relação ao meio circundante reflete-se na abordagem positivista das ciências agrônomicas. Lembramos que, mesmo em países com um sistema de controle biológico bastante eficaz e descentralizado, o conceito de praga –entendida como “um inimigo a ser destruído”– por exemplo, continua sendo preponderante nas diretrizes das investigações agrônomicas. Como já afirmava Schumacher (1983) em *O negócio é ser pequeno*, “o homem moderno não se experiencia como parte da natureza, mas como uma força exterior destinada a dominá-la e a conquistá-la. Ele fala mesmo de uma batalha contra a natureza, esquecendo que, se ganhar a batalha, estará do lado perdedor”.

por sobre tudo, parece residir o mecanismo fundamental de nossa atual crise civilizacional” (BOFF, 1995), razão pela qual necessitamos de novas bases epistemológicas, novas perguntas e novos conhecimentos, como nos proporciona a Agroecologia, para o enfrentamento e superação desta crise.

Portanto, a Agroecologia, mais do que simplesmente tratar sobre o manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais, constitui-se em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas múltiplas inter-relações e mútua influência<sup>7</sup>. Como defendemos neste texto, este novo campo de estudo busca a integração e a articulação de conhecimentos e saberes relativos a diferentes disciplinas e a distintas ciências, que aqui exemplificamos com contribuições vindas da “Física”, da “Economia Ecológica e Ecologia Política”, da “Ecologia e Agronomia”, da “Biologia”, da “Educação e da Comunicação” e da “História, da Antropologia e da Sociologia”. Concordando com Guzmán Casado *et al* (2000, p. 159), “es necesario llevar a cabo una ‘orquestación de las ciencias’ donde los distintos hallazgos sean coordinados y las contradicciones e incompatibilidades sean abordadas para encarar su resolución. No se trata de caer en ningún reduccionismo, ni de buscar una utópica unificación de la ciencia, sino de aceptar un pluralismo metodológico, donde los límites de los juicios de autoridad de cualquier experto sean aceptados”. Não obstante, antes também é preciso demarcar que a perspectiva agroecológica possui em seus princípios a preocupação e a defesa de uma nova ética ambiental.

## 2.2 A ética na Agroecologia

Ainda que possa parecer demasiado filosófico, nunca é demais enfatizar que a Agroecologia tem como um de seus princípios a questão da ética, tanto no sentido estrito, de uma nova relação com

<sup>7</sup> Ver Sevilla Guzmán y González de Molina (1993). Sobre a coevolução sociedade-natureza, ver Norgaard (1989, 2002).

o outro, isto é, entre os seres humanos, como no sentido mais amplo da intervenção humana no meio ambiente. Ou seja, como nossa ação ou omissão podem afetar positiva e/ou negativamente a outras pessoas, aos animais ou à natureza. Como assinala Riechmann (2003a, p. 516), ao estabelecer “quem é o outro”, estaremos tratando de uma moral que envolve sujeitos e objetos, do mesmo modo que quando falamos de ações e omissões estamos avançando no campo da ação moral.

---

**Os “outros”, neste caso, incluem, necessariamente, as futuras gerações humanas, significando que a ética ambiental tem que ter uma solidariedade inter e intrageracional.**

---

As escolhas que fazemos podem estar determinadas apenas e tão somente por um desejo de consumo ou lucro individual – características das sociedades capitalistas, assim como podem ser balizadas por princípios de ética ou valores. Logo, poderíamos dizer que a ética é a “reflexão sobre as atitudes e ações apropriadas com respeito aos seres e processos com relevância, onde a relevância tem que ver com o fato de que estes seres e processos têm importância em si mesmos” (HEYD, 2003). Na prática, a questão ética se manifesta através de certo sentido da responsabilidade que nasce de nossa relação com outras pessoas. Esta responsabilidade dá lugar a relações normativas, isto é, um conjunto de “obrigações” que passam a ser socialmente sancionadas, adquirindo o status de normas ou valores em uma dada sociedade ou grupo social. Neste sentido, a ética ambiental está centrada na reflexão sobre comportamentos e atitudes adequadas em vistas a processos e seres de relevância, em um determinado contexto, no caso o ambiente onde vivemos e no qual intervimos para realizar nossas atividades agrícolas.

Como no contexto de qualquer atividade, onde determinadas formas de agir ou determinadas práticas podem ser consideradas corretas ou incorretas, também nossas ações no marco do meio ambiente podem

ser positivas ou merecer censura moral. Por exemplo, no caso do meio ambiente se tem como incorreto – ou moralmente problemático – jogar lixo tóxico no mar, ou formar um grande lixão que vai poluir águas superficiais ou subterrâneas de uma determinada zona. Isto é, a ética ambiental procura orientar como deveria ser nossa ação quando ela pode vir a afetar outros seres. Nesta perspectiva, vale ressaltar que estaremos diante de certos compromissos e responsabilidades que assumimos pessoalmente como indivíduos, para atender nossos desejos, ou que passamos a adotar como atitudes normais em razão de imposições de uma parte da sociedade. Logo, a ética ambiental, além de ser um compromisso pessoal, pode passar a ser um requisito de uma dada sociedade que tenha a busca da sustentabilidade entre seus objetivos.

Deste modo, se analisarmos o comportamento individual e/ou coletivo à luz da ética ambiental, poderemos ir estabelecendo e avaliando aspectos críticos do comportamento humano que podem estar afetando – ou possam vir a afetar no futuro – as condições ambientais desejáveis para a manutenção da vida sobre o Planeta.

Do ponto de vista prático, por exemplo, a emissão de gases que podem causar tanto o aquecimento global, através do aumento do efeito estufa, com consequências climáticas catastróficas a médio e longo prazos, quanto problemas específicos no curto prazo (doenças pulmonares em populações urbanas, decorrentes da poluição do ar, por exemplo), a difusão de organismos transgênicos sem um estudo prévio de seus possíveis efeitos no ambiente e sobre a saúde humana, a contaminação do solo e da água com resíduos químicos de longa persistência, entre outros, são procedimentos condenáveis à luz da ética ambiental. Por isto mesmo, a ética ambiental tem estreita ligação com o “princípio da precaução”, cuja aplicação busca evitar o aumento dos riscos – além dos já existentes – em razão do desenvolvimento e da aplicação de novas tecnologias e/ou processos.

Como lembra Thomas Heyd (2003, p. 249), “A aplicação da ética ambiental, na prática, significa não somente que temos que ter em

conta os efeitos sobre o meio ambiente mais próximo, senão que também os impactos que as atividades podem ter a alguma distância no espaço ou no tempo”. Por exemplo, as emissões de gases provenientes de usina termoeletrica do Rio Grande do Sul são acusadas de causar chuva ácida e prejudicar os campos do vizinho país Uruguai, afetando a produção agropecuária e a saúde de populações, o que se constitui numa atitude não ética com respeito àquele país e seu povo. Como impactos que se observam no decorrer do tempo, vale mencionar que os efeitos das aplicações de agroquímicos organoclorados, usados a partir do pós-segunda guerra até o início dos anos 1980, são sentidos ainda hoje, sendo causa de várias doenças (a exemplo do câncer de mama), conforme indicam vários estudos e pesquisas<sup>8</sup>.

Outro aspecto que deve ser tomado em conta quando tratamos da dimensão ética é o respeito a todas as manifestações e formas de vida, o que significa a necessidade de desenvolver estratégias de manutenção da biodiversidade natural dos distintos ecossistemas terrestres e aquáticos. O respeito à vida nos remete também à necessidade de desenvolver uma “ética do cuidado”, no sentido que tudo aquilo que nós realmente julgamos ter importância, isto é, que queremos que permaneça vivo, merece ser cuidado, como nos lembra Leonardo Boff, para quem a falta de cuidado é o grande estigma do nosso tempo. Assim, a dimensão ética nas nossas relações com outros seres e coisas exige a “concretização do cuidado” (com o Planeta, com o próprio nicho ecológico, com a sociedade sustentável, com o outro, etc.)<sup>9</sup>.

### 2.3 Agroecologia como matriz disciplinar integradora: um novo paradigma

Como escrevemos em outro lugar (CAPORAL e COSTABEBER, 2004b), a “Agroecologia é uma ciência para o futuro sustentável”. Isto porque, ao contrário das formas compartimentadas de ver

<sup>8</sup> Ver, por exemplo, Costabeber (1999).

<sup>9</sup> Ver Boff. *Saber cuidar: ética do humano – compaixão pela Terra* (1999).

e estudar a realidade, ou dos modos isolacionistas das ciências convencionais, baseadas no paradigma cartesiano<sup>10</sup>, a Agroecologia integra e articula conhecimentos de diferentes ciências, assim como o saber popular, permitindo tanto a compreensão, análise e crítica do atual modelo do desenvolvimento e de agricultura industrial, como o desenho de novas estratégias para o desenvolvimento rural e de estilos de agriculturas sustentáveis, desde uma abordagem transdisciplinar e holística<sup>11</sup>.

Ainda que este texto não permita o aprofundamento desta questão em toda a sua amplitude, se pretende mostrar, embora com breves exemplos, como se processa, desde a Agroecologia, a apreensão e a aplicação dos ensinamentos de diferentes disciplinas científicas para se entender o caráter de insustentabilidade dos atuais modelos de agricultura e de desenvolvimento rural e como se pode pensar, dialeticamente, estratégias diferentes que viabilizem o alcance de patamares crescentes de sustentabilidade na agricultura e no desenvolvimento rural.

10 Segundo Viglizzo, “La investigación agropecuaria convencional responde, en general, a una visión tradicional de la ciencia. Predominan los enfoques reduccionistas y cartesianos (derivan del método científico desarrollado por Descartes), en los cuales el énfasis se pone sobre las relaciones causa-efecto que surgen cuando dos factores se influyen entre sí”. O autor ainda afirma que este método leva ao estudo das partes e a um esquecimento das relações que elas estabelecem dentro do todo. “El modelo tecnológico impuesto por la Revolución Verde es un producto típico de esta concepción reduccionista debido a que administra unos pocos insumos de alto impacto productivo individual” (VIGLIZZO, 2001, p. 88).

11 “La investigación medio ambiental (de que trata o enfoque agroecológico – N.A.) responde a una visión opuesta. En lugar de estudiar componentes aislados, procura estudiar el todo con sus parcialidades incorporadas. Pierde noción de algunas relaciones causa-efecto que pueden ser vitales, pero gana en una visión global de los sistemas. Es el enfoque que define a las ciencias holísticas (derivación del inglés Whole = todo) o sistémicas. Su foco científico son los sistemas completos, con todos sus componentes, interacciones y complejidades. Es transdisciplinario por necesidad y genera nuevos campos de conocimiento, que surgen del cruce de dos o más disciplinas” (VIGLIZZO, 2001, p. 88). Etimologicamente, a palavra holístico deriva do grego holos (todo, completo, visão do conjunto). Na abordagem holística o todo não significa a soma das partes, mas é maior que esta. A maneira como as partes se relacionam faz com que emergem novas propriedades, da mesma forma que um amontoado de materiais necessários e suficientes para construir um avião, por exemplo, por si só não lhes confere a capacidade de voar.

Partindo-se da noção de sustentabilidade em perspectiva multidimensional (CAPORAL e COSTABEBER, 2004a), autores como Guzmán Casado et al (2000) agrupam os elementos centrais da Agroecologia em três dimensões: **a)** ecológica e técnico-agronômica; **b)** socioeconômica e cultural; e **c)** sócio-política. Estas dimensões não são isoladas. Na realidade concreta elas se influem uma à outra e interagem o tempo todo, de modo que estudá-las, entendê-las e propor alternativas mais sustentáveis supõe, necessariamente, uma abordagem inter, multi e transdisciplinar, razão pela qual os agroecólogos lançam mão de ensinamentos presentes no saber popular, mas também de conhecimentos gerados no âmbito da Física, da Economia Ecológica e Ecologia Política, da Agronomia, da Ecologia, da Biologia, da Educação e Comunicação, da História, da Antropologia e da Sociologia, para ficarmos apenas em alguns exemplos que orientam esta reflexão.

Como matriz disciplinar a Agroecologia se encontra no campo do que Morin (1999, p. 33) identifica como sendo do “pensar complexo”, em que “complexus significa o que é tecido junto”. “O pensamento complexo é o pensamento que se esforça para unir, não na confusão, mas operando diferenciações”. Logo, a Agroecologia não se enquadra no paradigma convencional, cartesiano e reducionista, conhecido como o paradigma da simplificação (disjunção ou redução), pois, como ensina o mesmo autor, esse não consegue reconhecer a existência do problema da complexidade. E é disto que se trata, reconhecer-se que, nas relações do homem com outros homens e destes com os outros seres vivos e com o meio ambiente, estamos tratando de algo que requer um novo enfoque paradigmático, capaz de unir os saberes populares com os conhecimentos criados por diferentes disciplinas científicas, de modo que possamos dar conta da totalidade dos problemas e não do tratamento isolado de suas partes.

Questões dessa natureza vêm sendo tratadas pelos teóricos do Metabolismo Social, quando nos ensinam que, ao realizar suas atividades produtivas, “los seres humanos consuman dos actos: por un lado socializan fracciones o partes de la naturaleza, y por el otro,



naturalizan a lasociedad al producir y reproducir sus vínculos com el universo natural”. Isto leva a uma determinação recíproca entre natureza e sociedade. Logo, esta “doble conceptualización (ecológica de la sociedad y social de la naturaleza) (...)” leva a uma abordagem que supera “el conocimiento parcelado y la habitual separación entre las ciencias naturales y las ciencias sociales y humanas al que nos tiene condenado la práctica dominante del quehacer científico, es decir, permite adoptar un pensamiento complejo” (TOLEDO y GONZÁLEZ DE MOLINA, 2004).

Deste modo, a Agroecologia como matriz disciplinar vem aportando as bases para um novo paradigma científico, que, ao contrário do paradigma convencional da ciência, procura ser integrador, rompendo com o isolacionismo das ciências e das disciplinas gerado pelo paradigma cartesiano. Na realidade, a partir do início da construção do enfoque agroecológico, nos últimos anos, vem ocorrendo uma “revolução paradigmática” que, associada a outros movimentos de mudança deste início de século, começa a “modificar os núcleos organizadores da sociedade, da civilização, da cultura (...)”. Neste sentido, observa-se que um dos eixos importantes é o processo de ecologização que está em curso, diante da necessidade de buscar estratégias de desenvolvimento sustentável, que sejam capazes de reorientar o curso alterado da coevolução sociedade-natureza. Assim, a Agroecologia, como ciência do campo da complexidade, se enquadra, no que Morin (1998, p. 290) qualifica como “uma transformação no modo de pensar, do mundo do pensamento e do mundo pensado”. Se trata, pois, de uma *“revolução paradigmática que ameaça não apenas conceitos, ideias e teorias, mas também o estatuto, o prestígio, a carreira de todos os que vivem material e psiquicamente da crença estabelecida”*, aderidos ao paradigma convencional. Por isto, existe uma enorme resistência no meio acadêmico e técnico-científico para aceitar o novo paradigma. Ao mesmo tempo, os pioneiros deste novo paradigma “têm que enfrentar não somente censuras e interpretações, mas o ódio” (daqueles que não querem ver a perda de seu status). Por esta razão, “primeiro desviante e rejeitada, a ideia nova precisa constituir-se num

primeiro nicho, antes de poder fortalecer-se, tornar-se uma tendência reconhecida e, finalmente, triunfar como ortodoxia intocável” (grifo nosso – MORIN, 1998, p. 293)<sup>12</sup>.

Isto posto, cabe destacar apenas alguns exemplos ilustrativos de como a Agroecologia vem buscando a articulação de diferentes conhecimentos, de distintas disciplinas e campos da ciência, para conformar este novo paradigma do reino da complexidade, da integração do conhecimento técnico-científico e deste com o saber popular. A Figura 1, que apresentamos a seguir, também é ilustrativa das inúmeras possibilidades de integração de distintas áreas do conhecimento na consolidação do enfoque agroecológico como matriz disciplinar. Mais do que dar uma ideia acabada ou esgotar possibilidades de interdependências ou mútuas influências no campo das ciências, nosso propósito é apenas enfatizar a complexidade inerente aos processos de geração de saberes e conhecimentos com a potencialidade para orientar a construção de estilos de agricultura sustentável e de estratégias de desenvolvimento rural sustentável, em perspectiva multidimensional.

---

<sup>12</sup> Observe-se, por exemplo, o que vem ocorrendo, a partir de 2003, com respeito às Políticas Públicas no Brasil. Em 2004, foi lançada, pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, que tem como um dos seus eixos a adoção dos princípios da Agroecologia nas práticas dos extensionistas rurais. No mesmo caminho, em 2006, a EMBRAPA disponibiliza seu “Marco de Referência em Agroecologia”, orientando as pesquisas neste campo do conhecimento (ver [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)). Na mesma linha, pode-se citar a criação, em 2004, da Associação Brasileira de Agroecologia, de forma pioneira no mundo, secundada pela criação da Sociedade Latino-Americana de Agroecologia - SOCLA, em 2006. A experiência da EMATER/RS-ASCAR, no estado do Rio Grande do Sul, assim como a proliferação de cursos de Agroecologia em todo o país, nos últimos anos, inclusive com cursos de Mestrado aprovados pelo Ministério de Educação, são exemplos claros e evidentes deste processo de cambio de paradigma. No exterior, o exemplo mais recente vem da Universidade de Murcia, Espanha, que acaba de lançar a sua revista de Agroecologia.

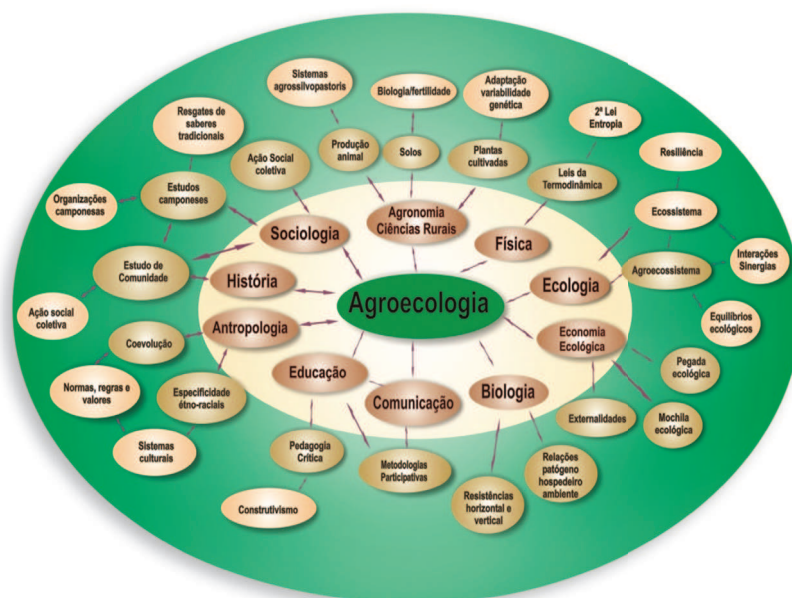


Figura 1. Exemplos de contribuições de outras ciências à Agroecologia

### 2.3.1. Contribuições buscadas na Física

O caminho para agriculturas sustentáveis e a avaliação da insustentabilidade do atual modelo de agricultura industrial (da Revolução Verde, do agronegócio empresarial) podem ser, em parte, entendidos desde a Física, ao estudarmos as Leis da Termodinâmica, em especial a Segunda Lei ou *Lei da Entropia*. Vejamos: a agricultura industrial, para viabilizar os níveis de produtividade que vem obtendo, foi desenhada como um sistema dependente do seu entorno de modo que ela só funciona mediante a introdução massiva de insumos externos.

Seu funcionamento é altamente dependente de energias e materiais “de fora” do seu agroecossistema, e esta dependência é tanto maior quanto mais simplificado for o desenho do sistema produtivo, como é o caso dos grandes monocultivos de grãos ou de laranja, mamona, beterraba e cana-de-açúcar, por exemplo. Para viabilizar a agricultura

industrial são necessárias quantidades crescentes de combustíveis fósseis, fertilizantes químicos de síntese, agrotóxicos e outros inputs cuja mobilidade ou fabricação geram desordem ou entropia a partir da sua dispersão, ao mesmo tempo em que causam impactos no entorno ou em ecossistemas distantes, que passam a subsidiar a necessária tentativa de ordem do agroecossistema artificial da agricultura industrial<sup>13</sup>. Isto tem determinado, ademais, uma redução da eficiência energética dos agroecossistemas manejados “industrialmente”, na medida em que se torna necessário introduzir cada vez mais energia no processo produtivo, sem que haja um aumento da produção nas mesmas proporções, o que já se sabe há algum tempo, especialmente a partir dos relevantes estudos sobre balanço energético realizados por David Pimentel<sup>14</sup> e, posteriormente, por seguidores desta escola, inclusive no Brasil<sup>15</sup>.

Ao contrário deste modelo simplificador e gerador de desordem ecossistêmica, desde a Agroecologia se preconiza uma aproximação ao fechamento dos ciclos biogeoquímicos, isto é, de uso dos materiais

13 “Al transformar los ecosistemas naturales en ecosistemas de producción, la agricultura convencional altera en forma dramática los flujos y ciclos. Para aumentar el producto cosechable, el agricultor hace dos cosas: primero, acrecienta el flujo inyectando energía fósil al sistema (fertilizantes, plaguicidas, combustibles, maquinaria) y, segundo, lo simplifica, eliminando componentes biológicos que generan pérdidas de energía (malezas, insectos fitófagos, otros herbívoros –que compiten con el ganado– y carnívoros predadores). Al incorporar más energía y extraer más producto, se abre el ciclo mineral y se quiebra su naturaleza original de ciclo casi cerrado, que reinvertía la materia dentro del propio ecosistema. Este desbalance produce una pérdida acumulativa de nutrientes que debe ser compensada mediante fertilización” (VIGLIZZO, 2001, p. 145).

14 David Pimentel, além de seus estudos clássicos sobre balanços energéticos da agricultura convencional (PIMENTEL, 1980), realizou estudos comparativos entre esta e a agricultura orgânica praticadas nos Estados Unidos, mostrando que a agricultura orgânica é mais eficiente energeticamente (PIMENTEL, 1984). Como lembra Riechmann (2003, p. 137), “Ya en los años setenta, el sector agropecuario británico tenía rendimientos 1:3 en promedio (se invertía tres veces más energía de la que se obtenía en forma de alimentos y fibras), el sistema agroalimentario estadounidense funcionaba con rendimiento 1:10 en promedio (para poner una caloría sobre la mesa se invertían diez calorías petrolíferas y en cultivo de verduras de invernadero durante el invierno llegaban a alcanzarse valores tan disparatados como 1:575”. Sobre a redução da eficiência energética na agricultura da Revolução Verde, ver especialmente Pimentel *et al* (1973).

15 Ver, por exemplo, Quesada *et al* (1987), Costa Beber (1989), Quesada e Costa Beber (1990) e Pereira Filho (1991).

e de energia localmente disponíveis, um maior aproveitamento da energia solar, uma maior complexificação dos agroecossistemas através da ativação biológica dos solos e do incremento da biodiversidade, de modo a reduzir drasticamente a dependência do entorno e a necessária e permanente introdução de novos inputs industriais exigidos pela agricultura dita *moderna*. É sabido que processos biológicos são mais parcimoniosos no consumo de energia e, portanto, na redução de entropia, do que os processos induzidos artificialmente (é o caso da fixação simbiótica de nitrogênio quando comparada com o aporte de N através de fontes químicas, por exemplo).

Portanto, a Agroecologia lança mão de conhecimentos gerados no âmbito da Física, como exemplificamos, pois eles podem ajudar a explicar as razões da insustentabilidade e apontar caminhos para a construção de estilos de agriculturas mais sustentáveis.

### 2.3.2 Aportes da Economia Ecológica e Ecologia Política

Ao contrário da Economia do Meio Ambiente ou da economia convencional neoclássica, que estão centradas no estabelecimento de preços, a Economia Ecológica está mais preocupada com a questão do “valor” e com a distribuição dos recursos, razão pela qual esta disciplina apresenta importantes contribuições para a Agroecologia. Observe-se que as diferentes abordagens econômicas estabelecem diferentes formas de interpretar, analisar e propor alternativas à crise socioambiental, até porque, enquanto a visão neoclássica e a Economia do Meio Ambiente supõem que a Ecologia estaria a serviço da Economia, na perspectiva da Economia Ecológica é a Economia que está subordinada à Ecologia e não o inverso. Em suma, o pressuposto implícito na visão convencional da Economia remete a uma fé inabalável nos avanços tecnológicos que, por si só, seriam capazes de corrigir ou “absorver” as “externalidades negativas”, o que não se coaduna com as bases epistemológicas da Agroecologia.

Para fugir desta armadilha que a economia convencional coloca, ao sugerir que todos os problemas podem ser resolvidos no âmbito

das relações econômicas, a Agroecologia propõe uma mudança de enfoque, de maneira que se possa estudar e entender como as atividades econômicas afetam o ambiente, assim como a maneira como elas determinam o uso dos recursos naturais, alterando as relações ecológicas pré-existentes. Em outras palavras, não se pode ignorar, em qualquer atividade econômica, que a Ecologia, por assim dizer, tem sua própria Economia (que se expressa nos fluxos de matéria e energia, nos ciclos biogeoquímicos, nas cadeias tróficas, etc.) e que, para além da maximização dos lucros, deve-se considerar a sustentabilidade dos recursos e os impactos ambientais provocados pela atividade econômica<sup>16</sup>.

Para dar suporte a esta mudança de enfoque, a Agroecologia busca na Economia Ecológica importantes aportes sobre *externalidades*. A partir destes estudos é possível afirmar que a agricultura industrial, além de ser dependente e responsável por alto grau de deterioração ambiental no entorno (longe ou perto), ou em ecossistemas distantes, é economicamente insustentável se forem internalizados os “custos” das externalidades negativas que gera<sup>17</sup>. Observe-se que não aparecem na contabilidade do empresário agrícola, e sequer do conjunto das cadeias do agronegócio, os custos de externalidades evidentes deste tipo de agricultura, tais como a exportação de micronutrientes, a contaminação da água superficial e subterrânea, a perda de biodiversidade, o assoreamento de reservatórios de hidroelétricas causado pela erosão dos solos resultante do manejo ambientalmente irresponsável, ou mesmo o tratamento de pacientes que foram intoxicados pelo uso de agrotóxicos ou que desenvolveram câncer ou problemas hormonais

16 Aqui vale lembrar uma frase famosa do economista Celso Furtado, ao afirmar que “nunca pude ver, em toda a minha vida, um problema que fosse estritamente econômico”.

17 “La externalidad negativa ocurre cuando alguien abusa de un bien natural y perjudica a terceros”. Ou, dito em outras palavras: “La falta de compromiso con bienes medioambientales de valor intangible conlleva, a menudo, una consecuencia indeseable que los economistas llaman externalidad negativa” (VIGLIZZO, 2001, p. 75).

devido à contaminação sofrida por pesticidas<sup>18</sup>. Nada disso aparece na contabilidade do agronegócio, ainda que alguém tenha que pagar por estas externalidades. Em algumas vezes, quem paga a conta é a sociedade como um todo, nas atuais gerações. Noutras vezes, estes custos recairão sobre as futuras gerações. Na maior parte dos casos que dizem respeito ao meio ambiente, pagarão ambas – as atuais e as futuras gerações, cabendo ao dono do negócio uma pequeníssima parcela, o que não lhe impede de ficar com a totalidade do lucro<sup>19</sup>. Portanto, parte do lucro individual ou do lucro obtido nos diferentes elos das cadeias do agronegócio advém do fato de não serem internalizadas as externalidades que são próprias do modelo. Isto é, a sociedade subsidia o lucro do setor. Inclusive as populações mais pobres, ao pagar os impostos embutidos em produtos e/ou serviços, estão ajudando com o seu suor a manter funcionando um agronegócio muitas vezes econômica e ambientalmente insustentável.

Mas, poderíamos também buscar o aporte da Economia Ecológica ou Ecologia Política à Agroecologia a partir das contribuições dos estudiosos dos conceitos de “pegada ecológica” e “mochila ecológica”. O conceito de *mochila ecológica* nos ajuda a compreender que, dado o consumo de energia e materiais necessários para a produção de um determinado bem, este tem incorporado (embora não se veja) um “peso ambiental”, carrega uma *mochila* de recursos que não estão materializados naquilo que vemos. Isto é, o *peso* de um saco de soja é bem maior do que os convencionais 60kg, porque para a sua produção são gastos materiais e energia que dariam um peso bastante superior ao

18 “Si asignáramos un valor de escasez a los recursos que se usan y no se regeneran (perda de biodiversidade no Cerrado, por exemplo. N. A.) nos sorprendería comprobar que la utilidad positiva de muchas actividades económicas cae por debajo de la línea del cero, si se le imputa como un costo los bienes naturales consumidos. La mutación de una rentabilidad positiva en una negativa es un claro indicador de que estamos forzando el uso de recursos naturales críticos más allá de sus propios límites de sustentabilidad” (VIGLIZZO, 2001, p. 56-7).

19 Riechmann (2003, p. 374) cita um estudo britânico, cujo autor principal foi Jules N. Pretty, da Universidade de Essex, no qual afirmam que “os custos ocultos (externalidades) da agricultura industrial moderna do Reino Unido superavam a cifra dos 2.300 milhões de libras, por ano”. As estimativas incluíam os custos para descontaminar a água (retirando agrotóxicos e fertilizantes), os danos causados pela erosão dos solos e os gastos médicos necessários para tratar pacientes que sofreram intoxicações (...).”

do saco de soja que vemos. Do mesmo modo, uma colhedora automotriz ou um trator carregam consigo uma mochila ecológica que representa várias vezes o peso daquela máquina que vemos. Como exemplifica Riechmann (2003c, p. 61), a mochila ecológica de um automóvel é mais de 10 vezes maior que o peso real do veículo<sup>20</sup>.

Do mesmo modo, a Economia Ecológica nos ensina que o atual modelo de desenvolvimento agrícola ou industrial depende de um fluxo elevado de energia e de materiais de fora do sistema, pois para ser mantido exige a extração de recursos de outros territórios. Isto é, para funcionar o processo produtivo, nos moldes atuais, se necessitam recursos que extrapolam os espaços locais e regionais que os sistemas de produção<sup>21</sup> ocupam. Vem daí o conceito de *pegada ecológica* ou *pisada ecológica*, que indica até onde fomos para buscar os recursos naturais necessários para subsidiar nossos sistemas insustentáveis e os danos causados em outros ecossistemas para manter o atual modelo.

Assim, a Agroecologia lança mão dos ensinamentos da Economia Ecológica por entender que nem todos os impactos ambientais decorrentes da exploração dos recursos naturais podem ser “precificados”, e que é necessário tomarmos em conta, para além dos custos de produção que são costumeiramente considerados, os custos “invisíveis” ou “ocultos” implícitos nas opções tecnológicas feitas pela sociedade ou pelos detentores dos meios de produção.

Portanto, para entender a insustentabilidade de nosso modelo convencional de agricultura e pensar sistemas mais sustentáveis, é preciso saber, como ensina o professor Juan Martinez Alier – um dos pioneiros a usar o conceito de Economia Ecológica – que “A Economia Ecológica se diferencia da economia clássica por reconhecer

20 “A cada automóvil de 1.100 Kg de peso lo acompañan (de forma por lo general invisible, ya que las fases de extracción y elaboración de las materias primas a menudo trascurren en países del Sur, o en cualquier caso en zonas geográficamente lejanas de la residencia del usuario) nada menos que unas 27 toneladas de residuos (...)” (RIECHMANN, 2003c, p. 61).

21 Entende-se por sistema de produção o resultado do arranjo de todos os componentes -bióticos e abióticos, de origem local ou externa- reunidos dentro dos limites de um estabelecimento agrícola e manejados pela ação do ser humano, que interagem entre si, com a finalidade de permitir ou desenvolver a produção de produtos de origem vegetal (sistema agrícola ou agroflorestal), animal (sistema agropastoril) ou ambas (sistema agrossilvopastoril).



a incomensurabilidade dos valores ambientais e a necessidade de incorporar diferentes abordagens científicas e métodos participativos na análise integrada dos sistemas econômicos e ecológicos. A Economia Ecológica sustenta que a economia de mercado deve ser tratada como um sistema aberto, ao contrário do conceito clássico de economia. É um sistema aberto porque a energia que alimenta a economia de mercado deixa o sistema em forma de gás carbônico, rejeitos minerais, carvão, entre outros.

Geralmente a energia não é reciclável e os rejeitos se dissipam no ambiente. Os recursos naturais são finitos e não são contabilizados pela economia clássica<sup>22</sup>. Por sua vez, os sistemas produtivos baseados nos princípios da Agroecologia minimizam as externalidades negativas e, por serem mais parcimoniosos com respeito ao uso dos recursos naturais e menos dependentes de recursos externos, acabam reduzindo sensivelmente os impactos ambientais e, portanto, diminuindo a mochila ecológica e a pegada ecológica por eles gerados.

### 2.3.3 Aproximando a Ecologia da Agronomia

A Agroecologia *stricto sensu* pode ser definida como uma nova e mais qualificada aproximação entre a Agronomia e a Ecologia, isto é, a disciplina científica que estuda e classifica os sistemas agrícolas desde uma perspectiva ecológica, de modo a orientar o desenho ou o redesenho de agroecossistemas em bases mais sustentáveis. Esta nova aproximação implica no estudo e aplicação de princípios vitais, como a coevolução sociedade-natureza, reciclagem de nutrientes, potencialização ou criação de sinergias e interações entre plantas (cultivadas ou não), animais, solo, etc. Em outras palavras, poderia se abordar este tema a partir do conceito de “biomímese”, isto é, “compreender os princípios de funcionamento da vida, em seus diferentes níveis (e em particular no nível ecossistêmico), com o objetivo de reconstruir os sistemas humanos de maneira que se encaixem adequadamente nos sistemas naturais” (RIECHMANN, 2003b; p. 31).

<sup>22</sup> Citado no sítio <http://cedoc.ensp.fiocruz.br/informe/materias.cfm?mat=5974>, ENSP Notícias – Comunicados (entrevista sob o título “Cientistas defendem justiça ambiental para equilíbrio ecológico”). Ver ainda Martínez Alier (1992, 1994).

Desde que surgiu como disciplina científica, a partir dos trabalhos pioneiros de Ernst Haeckel (1834-1919), a Ecologia desenvolveu o estudo das interações ecológicas dos organismos entre si e destes com o meio; formulou ainda conceitos – especialmente com as contribuições de Eugene Odum (1986) – que são fundamentais para compreender-se os princípios de uma agricultura sustentável, como são a biodiversidade, a sucessão vegetal e a organização das distintas formas de vida em níveis interdependentes.

Em que pese a importância fundamental da compreensão dos processos ecológicos na agricultura, essas duas ciências, a Agronomia e a Ecologia, seguiram na maior parte das vezes por caminhos paralelos, como se fossem concorrentes e não complementares. Mais recentemente, um enorme esforço vem sendo feito por agroecólogos, dentre os quais se destaca Stephen R. Gliessman, com o propósito de resgatar esses conceitos e processos ecológicos e integrá-los com o manejo de agroecossistemas sustentáveis<sup>23</sup>.

Neste sentido, a Agronomia precisa ser, cada vez mais, a aplicação de princípios ecológicos básicos no manejo de agroecossistemas, ou seja, a busca de um reequilíbrio ecológico nos sistemas produtivos agrícolas. Como lembra Altieri (2002), a “Agroecologia é o estudo holístico dos agroecossistemas” e, portanto, é necessário entender este “sistema complexo no qual processos ecológicos, que se encontram de forma natural, podem ocorrer”. Ele cita: ciclagem de nutrientes, interações predador-presa, competição, simbiose e câmbios sucessionais. Logo, para este autor, citando Reijntjes et al (1992), o desenho de agroecossistemas mais sustentáveis está baseado nos seguintes princípios ecológicos: **a)** aumentar a reciclagem da biomassa e otimizar a disponibilidade do fluxo balanceado de nutrientes; **b)** assegurar condições de solo favoráveis para o crescimento das plantas, particularmente através do manejo da matéria orgânica e aumentando a atividade biótica do

<sup>23</sup> Ver Gliessman (1990, 1997, 2000). Ver também os trabalhos de Miguel Altieri (1989, 1992, 2001, 2002) e Clara Nicholls ([www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)).

solo; **c)** minimizar as perdas relativas aos fluxos de radiação solar, de ar e de água, mediante o manejo do microclima, armazenamento de água e o manejo do solo através do aumento da cobertura vegetal; **d)** diversificar específica e geneticamente o agroecossistema no tempo e no espaço; e **e)** aumentar as interações biológicas e os sinergismos entre os componentes da biodiversidade, promovendo processos e serviços ecológicos chaves.

Esta nova aproximação entre Agronomia e Ecologia deve permitir um entendimento, por exemplo, de que o controle de pragas não é um problema químico, mas sim ecológico e que, portanto, exige conhecimentos diferenciados daqueles proporcionados pelos pacotes da Revolução Verde. Isto é, devemos buscar sempre o aumento dos processos ecológicos auto-reguladores das populações que possam vir a causar danos (insetos, doenças ou ervas infestantes). Do mesmo modo, a agricultura sustentável, que se orienta pelos princípios da Agroecologia, procura restaurar as funções naturais de fluxos e de ciclos minerais, hidrológicos e de energia dentro dos agroecossistemas. Isto requer ensinamentos da Ecologia, para que se possa trabalhar a necessária integração de processos complexos que ocorrem na agricultura, como são as interações e as sinergias. Assim mesmo, cabe destacar a necessidade de melhor compreender-se o papel e a função da biodiversidade dentro dos sistemas agrícolas, para usá-la a favor da busca de maior sustentabilidade e equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas.

Por fim, esta nova aproximação será fundamental para o redesenho de agroecossistemas mais sustentáveis, até porque os sistemas agrícolas mais sustentáveis são aqueles cujo desenho e funcionamento se aproximam das características naturais do ecossistema onde estão inseridos, e isso exige aportes de conhecimentos ecológicos, como também dos saberes populares.

Assim, ao contrário da intensificação no uso de insumos químicos e de mecanização que preconizam os modelos convencionais para a agricultura industrializada, o que precisamos é intensificar os mecanismos

ecológicos, preenchendo os diferentes nichos através do aumento da biodiversidade funcional, da potencialização dos sinergismos e da complementaridade entre espécies, por exemplo, na busca de uma maior resiliência dos agroecossistemas que estamos manejando.

#### 2.3.4 Aportes da Biologia

Como aponta Tiezzi (1988, p. 198), existe um descompasso entre os tempos históricos, representados pelas experiências histórico-políticas da humanidade, e os tempos biológicos, que exigem prazos longos para a solução dos graves problemas ambientais, de dimensão planetária, que estão surgindo. “É necessária, afirma o autor, uma grande operação cultural, um efeito sinérgico de competências e patrimônios culturais. A base de tudo isso só pode ser o aprofundamento da leitura biológica dos equilíbrios naturais, da evolução do homem, dos comportamentos. Em suma, o primado da biologia, não como ciência asséptica que oriente a política, mas, ao contrário, uma política permeada, nutrida de biologia”.

O estudo dos fenômenos biológicos nos ajuda também a entender que os sistemas vivos não possuem o determinismo tecnológico que se aplica à produção industrial. Não se pode esquecer que a agricultura trabalha fundamentalmente com processos biológicos vegetais e animais, que envolvem tanto as dimensões micro (fungos e bactérias do solo, por exemplo), quanto as macro (árvores de uma floresta, por exemplo). As interações ecológicas que se estabelecem nessa complexa teia são vitais para a manutenção da saúde e da vitalidade dos ecossistemas, assim como para a manutenção da sua capacidade de produzir alimentos. Portanto, a menos que se admitisse a hipótese de uma alimentação humana em bases exclusivamente artificiais, com todas as consequências daí decorrentes, os processos biológicos são fundamentais para a sobrevivência da humanidade. Além disso, como apontam vários estudos, existe uma estreita relação entre o sistema de produção e o valor biológico dos alimentos produzidos. Do ponto de vista da contribuição para uma estratégia de transição agroecológica, a Agroecologia busca na Biologia muitos dos elementos necessários para o estabelecimento de sistemas de produção mais sustentáveis.

Somente para ficar em alguns poucos exemplos, poderiam ser citados os conhecimentos sobre as relações entre patógenos, hospedeiros e o meio ambiente. Ou ainda um elemento que é básico para a transição, como o uso das características funcionais da resistência das plantas (resistências horizontal e vertical). No caso do manejo de plantas espontâneas, existem contribuições importantes dos estudos sobre capacidade de dormência, rapidez de crescimento, capacidade de germinação em determinadas épocas, sob diferentes condições de temperatura e de luminosidade.

Do mesmo modo, é fundamental que se conheça as interações ecológicas entre organismos, tanto no solo como na parte aérea das plantas, fundamentais para a adoção de estratégias de controle biológico, sem esquecer que, na realidade, este ocorre o tempo todo na natureza. Também são importantes os estudos sobre os efeitos alelopáticos<sup>24</sup> entre diferentes tipos de plantas, sejam eles entre plantas cultivadas (para a definição, por exemplo, de consórcios ou sucessão de culturas) ou entre plantas adventícias e cultivadas (para o controle de plantas adventícias). Igualmente, a Agroecologia lança mão dos conhecimentos sobre microbiologia do solo, que incluem estudos sobre a importância dos fungos conhecidos como micorrizas e de bactérias simbióticas, especialmente as do gênero *Rhizobium*, responsáveis pela fixação de nitrogênio do ar do solo, ou ainda o papel de organismos antagonistas, por exemplo, para o manejo de doenças. Neste campo de estudos, aliás, já existem conhecimentos bastante desenvolvidos, mas na maior parte das vezes desprezados pela agricultura convencional, cuja preferência recai sobre soluções imediatistas e simplistas baseadas, principalmente, no uso de insumos químicos ou de práticas meramente mecânicas, ainda que insustentáveis.

Em suma, em uma perspectiva de transição agroecológica, a Biologia apresenta um conjunto de conhecimentos-chave para alcançar patamares crescentes de sustentabilidade no manejo e redesenho de agroecossistemas.

<sup>24</sup> Sobre a história da alelopatia e sua importância no manejo de agroecossistemas, ver Gliessman (1983; 2000).

### 2.3.5 Aportes da Educação e da Comunicação

A Agroecologia adota, como orientação básica, enfoques pedagógicos construtivistas e de comunicação horizontal, por entender que estratégias de desenvolvimento rural sustentável e estilos de agriculturas sustentáveis requerem que se parta de uma problematização sobre o real e em cujo processo os atores envolvidos possam encontrar-se em condições de igualdade para o diálogo<sup>25</sup>. Dois aspectos são aqui fundamentais. Por um lado, a Agroecologia propõe uma prática educativa baseada em metodologias participativas que permitam a reconstrução histórica das trajetórias de vida e dos modos de produção, de resistência e de reprodução, assim como o desvendamento das relações das comunidades com o seu meio ambiente. Tais metodologias devem ajudar na identificação e compreensão, individual e coletiva, dos sucessos e insucessos dos estilos de agricultura praticados, assim como a identificação e análise dos impactos positivos e negativos do modelo dominante sobre a comunidade e o seu entorno. Do mesmo modo, estas metodologias devem contribuir para a identificação do potencial endógeno das comunidades, ou seja, recursos localmente disponíveis que, se usados adequadamente, possam fortalecer processos de desenvolvimento mais sustentáveis. Por este caminho metodológico se estabelecerão os temas geradores e as respectivas pautas para a ação individual e coletiva no sentido da mudança. Portanto, os agroecólogos entendem, como Paulo Freire, que “educação e comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (FREIRE, 1983).

O segundo aspecto diz respeito ao reconhecimento da existência de saberes e de conhecimentos próprios de um determinado sistema cultural, assim como o potencial que estes saberes podem ter como base para outros estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas. Nasce, assim, um processo de comunicação diferenciado, no qual atores com diferentes saberes e conhecimentos – mediados pela realidade concreta

25 Segundo Freire (1983), “O diálogo é o encontro amoroso dos homens que, mediatizados pelo mundo, pronunciam, isto é, o transformam, e, transformando-o, o humanizam para a humanização de todos”.

– se comunicam, respeitando um ao outro, na busca de uma síntese que possa superar os níveis de conhecimentos e saberes de cada um. Nesta perspectiva, rompe-se a barreira do difusionismo tecnológico e criam-se mecanismos para a disponibilização, apropriação e adaptação de conhecimentos e tecnologias que evitem a alienação dos sujeitos.

A educação e a comunicação nos processos baseados nos princípios da Agroecologia têm que permitir a expressão dos desejos e necessidades dos atores, para sua incorporação nos desenhos de alternativas de desenvolvimento e de agriculturas sustentáveis. Ou, como lembra Paulo Freire (1983), “a comunicação verdadeira não nos parece estar na exclusiva transferência ou transmissão do conhecimento de um sujeito a outro, mas na sua co-participação no ato de compreender a significação do significado. Esta é a comunicação que se faz criticamente”. Do mesmo modo, em Agroecologia se buscam ensinamentos da “educação libertadora”, e por isso é recomendável que “a assistência técnica e os programas de capacitação não sejam mera ação de adestramento”, isto é, “a assistência técnica, que é indispensável, qualquer que seja o seu domínio, só é válida na medida em que o seu programa, nascendo da pesquisa de um ‘tema gerador’ do povo, vá mais além do puro treinamento técnico. A capacitação técnica é mais do que treinamento, porque é busca de conhecimento, é apropriação de procedimentos” (FREIRE, 1983). Logo, a extensão rural, a assistência técnica e a capacitação no enfoque agroecológico não podem reduzir-se a uma prática de adestramento.

### 2.3.6 Da História, da Antropologia e da Sociologia

A nítida separação entre ciências humanas e ciências exatas é uma das principais heranças do paradigma cartesiano. As ciências agrárias (incluindo Agronomia, Engenharia Florestal, Medicina Veterinária, Zootecnia e outras) não fogem desta concepção. Mas a rigor, desde suas origens, a história da agricultura se confunde com a história dos povos e a sua organização em sociedades. A própria palavra agri-cultura nos remete a uma percepção de sistemas biológicos em interação com manifestações culturais.

A agricultura, antes de ser uma atividade essencialmente econômica, é uma atividade também cultural. Mais do que tratar de processos naturais, trata-se, aqui, de processos socioculturais, de uma construção humana. Neste sentido, convém lembrar que o homem é um ser cultural, e é também pela cultura que ele se distingue dos demais seres vivos. Há que se considerar também que o sentido que a agricultura assume não é a-histórico, isto é, o seu significado muda para diferentes espaços e épocas históricas, e em conformidade com os contextos socioeconômicos e culturais correspondentes (PAULUS, 1999). É por isso que a Agroecologia lança mão do conhecimento histórico de determinados arranjos ou sistemas de produção para compreender as estratégias de sustentabilidade de diferentes povos e civilizações. Assim, estudos sobre sistemas agrários, comunidades camponesas e desenvolvimento rural, por exemplo, enriquecem e qualificam a Agroecologia como ciência do campo da complexidade. Através desses estudos podemos encontrar na relação de povos indígenas com a natureza ou em sistemas camponeses tradicionais, ainda hoje praticados em grande parte da América Latina, elementos-chave que permitem entender e explicar a sua permanência (sustentabilidade) ao longo de séculos e que, muitas vezes podem ser aplicados ou adaptados no processo de redesenho de agroecossistemas.

Vale mencionar ainda outro exemplo, citado por Paulus & Schlindwein (2001), que mostra ser possível a coexistência humana com formas de agricultura que, em vez de conduzir ao esgotamento dos recursos naturais locais, levam à manutenção e mesmo ao aumento da complexidade do ecossistema original. Se pensarmos nas lavouras extensivas como uma monocultura de soja, de milho ou de cana-de-açúcar, por exemplo, somos levados a acreditar que a agricultura significa o empobrecimento do meio ambiente, a simplificação dos ecossistemas, com a redução da biodiversidade e das interações entre organismos. Uma pesquisa etnobotânica realizada numa aldeia de índios Kayapó, no Pará, mostra, porém, que não necessariamente tem que ser assim e que é possível manejar um ecossistema de forma a aumentar a sua biodiversidade. Foram registradas pelos pesquisadores



cerca de 58 espécies por roça, em sua maioria representadas por diversas variedades. Esses índios cultivam pelo menos 17 variedades de mandioca e macaxeira, 33 variedades de batata-doce, inhame e taioba, sempre de acordo com condições microclimáticas bastante específicas (ANDERSON & POSEY, 1987). Além disso, o modo como interferem na estrutura das roças ao longo do tempo parece seguir um modelo que se baseia na própria sucessão natural dos tipos de vegetação, cultivando inicialmente espécies de baixo porte, seguidas por bananeiras e frutíferas e, por fim, introduzindo espécies florestais de grande porte<sup>26</sup>. É interessante a constatação, feita pelos autores da pesquisa, de que o caráter esporádico e a estrutura da plantação, semelhante à da vegetação natural, fizeram com que o manejo das capoeiras pelos Kayapó só fosse detectado recentemente. Isso levou os pesquisadores a concluir que “muitos dos ecossistemas tropicais até agora considerados naturais podem ter sido, de fato, profundamente moldados por populações indígenas”.

Estes são os aspectos positivos da coevolução, que nos oferecem os estudos antropológicos e sócio-históricos, os quais nos mostram, também, como comunidades Astecas, Maias, Incas e outras conseguiram desenvolver mecanismos e formas de produção amigáveis com relação ao meio ambiente e que levaram a um processo de coevolução que, mesmo quando incorpora mudanças, mantém o equilíbrio necessário para a permanência dos processos produtivos ao longo do tempo. Poder-se-ia dizer que são minorias e que seus modelos já não servem para o atual estágio de nossas sociedades industriais. Pode ser certo. Mas, também é certo que poderíamos ter aprendido (e ainda podemos aprender) algo com estas culturas milenares, e isto possivelmente teria nos levado a outro padrão de desenvolvimento.

Observe-se, portanto, que um dos princípios da Agroecologia – um de seus elementos epistemológicos – afirma que “o desenvolvimento pode ser entendido como um processo de coevolução entre os

---

26 Este é um princípio básico de implantação dos SAF – Sistemas Agro-Florestais.

sistemas sociais e os sistemas biológicos ou ambientais”<sup>27</sup>. Isto é, a natureza influi em aspectos particulares dos sistemas sociais do mesmo modo que os diferentes sistemas sociais influem sobre o meio ambiente. Norgaard (2002), em um de seus estudos, divide os sistemas sociais em subsistemas de conhecimento, de valores, de organização e de tecnologia que estão relacionados entre si e que, por sua vez, coevoluem na sua interação com o meio ambiente. Este processo “coevolucionário” é multidirecional, porque está determinado por um conjunto de inovações, novas possibilidades, novas descobertas e oportunidades que surgem ao longo do tempo (além de mudanças aleatórias, como as mutações), que acabam influenciando no estabelecimento de novas relações entre os componentes dos subsistemas e de cada um dos sistemas sociais e ambientais. Não obstante, cabe enfatizar que as características que vão conformando cada um dos sistemas exercem uma espécie de pressão seletiva sobre os demais, de modo que ambos coevoluem de maneira a refletir ou expressar a influência do outro<sup>28</sup>.

Toledo y González de Molina (2004) fazem uma inovação nesta abordagem ao introduzir o conceito de “Metabolismo Social”. Dizem estes autores que “el metabolismo entre la sociedad y la naturaleza ha ido variando desde la aparición de las primeras sociedades hasta la época contemporánea. En consecuencia, la primera tarea de una historia ambiental es la de descubrir los primeros patrones y tendencias que van tomando estas configuraciones a lo largo del tiempo, así como la de reconocer una cierta sucesión entre estadios de estabilidad de largo plazo y estadios altamente inestables de cambios bruscos y de corta duración”. E seguem, afirmando que “en esta nueva perspectiva teórica, la historia ambiental se vuelve un enfoque integrador de lo

27 Sobre este assunto, ver Norgaard, R. B. Una sociología del medio ambiente coevolucionista. In: Redclift, M. y Woodgate, G. (coords.). Sociología del medio ambiente: una perspectiva internacional. Madrid: Mc Graw Hill, 2002.

28 Como lembra Paulo Freire (1983), “O homem é homem, e o mundo é histórico-cultural na medida em que, ambos inacabados, se encontram numa relação permanente, na qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação”.

social y lo ecológico porque considera a los procesos naturales y sociales como agentes activos en permanente acción recíproca”<sup>29</sup>.

Por que isto interessa ao enfoque agroecológico? Simplesmente porque o futuro do meio ambiente em que vivemos, ou viverão nossos filhos e netos, dependerá do comportamento dos indivíduos no que diz respeito a suas formas de organização social, seus conhecimentos e das tecnologias que deles resultem, podendo haver, dependendo da situação, uma ruptura na coevolução social e ecológica. Neste sentido, vale lembrar que a decisão individual de um empresário (e voltamos à questão da ética, tratada no início do texto) quando desenvolve e difunde uma variedade transgênica de soja, algodão, milho, arroz, etc., visando o lucro imediato, ou mesmo a adoção desta tecnologia por um agricultor desinformado ou também motivado por resultados imediatos, pode ser um bom exemplo de como uma tecnologia socialmente determinada pode levar ao rompimento de certos equilíbrios ambientais, influenciando no processo de coevolução. De igual modo, poderíamos analisar outras decisões no campo industrial. A produção e disseminação dos pesticidas organoclorados, nas décadas de 1950 e 1960, ou o uso do herbicida 2-4-5-T (o famoso Agente Laranja, usado como arma para a guerra do Vietnã), causaram mudanças fundamentais na qualidade das cadeias alimentares ou na ocorrência de doenças como o câncer ou as disfunções hormonais, por exemplo.

Outro exemplo poderia ser o uso dos PCBs pela indústria. O livro *O futuro roubado* (COLBORN, *et. al.*, 2002) mostra como, desde a sua produção em indústrias do sul dos Estados Unidos, estes produtos contaminantes chegaram, através da cadeia trófica, a afetar o processo

<sup>29</sup> “Las sociedades humanas, cualesquiera sean sus condiciones o niveles de complejidad, no existen en un vacío ecológico, sino que afectan y son afectadas por las dinámicas, ciclos y pulsos de la naturaleza. La naturaleza definida como aquello que existe y se reproduce independiente de la actividad humana pero que al mismo tiempo representa un orden superior al de la materia. Ello supone el reconocimiento de que los seres humanos organizados en sociedad responden no solo a fenómenos o procesos de carácter exclusivamente social sino que son también afectados por los fenómenos de la naturaleza, pues el hombre no vive en dos esferas distintas: no habita con una parte de su ser en la historia y con otra en la naturaleza. Como ser humano está siempre y a la vez en la naturaleza y en la historia” (TOLEDO Y GONZÁLEZ DE MOLINA, 2004).

reprodutivo do urso polar, no Círculo Polar Antártico. Além de afetar o comportamento reprodutivo de espécies animais, pesquisas indicam que algumas substâncias químicas provocam a redução expressiva do número de espermatozoides nos homens. Estes fatos ilustram que, mais do que casos isolados, os efeitos decorrentes de pesticidas e outros produtos industriais são capazes de alterar a estratégia reprodutiva da natureza, o que é extremamente preocupante<sup>30</sup>. Obviamente que estes processos, resultantes de um determinado sistema econômico-social e de um dado grau de desenvolvimento das forças produtivas, alteram substancialmente a coevolução, fazendo com que ocorram mudanças na evolução dos sistemas naturais e vice-versa.

Tomemos outro exemplo atual: as emissões de CO<sub>2</sub>. Sabemos que o modelo de desenvolvimento urbano industrial (e a agricultura chamada de “moderna” se inclui neste modelo) está baseado no uso crescente de energia fóssil (petróleo, principalmente). Sabemos, também, que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado permanentemente. Isto está determinando o lento, porém contínuo, aquecimento global provocado pela emissão de gases que provocam um aumento do “efeito estufa”. Se continuarmos com este mesmo modelo, a temperatura da terra tende a crescer vários graus. Esta mudança, causada por uma escolha do sistema social, trará incalculáveis consequências para os ecossistemas, provocando alterações e distúrbios climáticos profundos, que podem resultar desde grandes inundações e/ou alagamento de zonas costeiras até em mudanças nas possibilidades de se fazer agricultura em determinadas zonas do planeta onde o clima passará a inviabilizar os atuais modelos de produção agrícola. Estas mudanças ambientais, que afetarão a natureza, levarão, seguramente, à necessidade de mudanças nos sistemas sociais. Cientistas que estudam este tema afirmam que poderão haver grandes migrações de pessoas, especialmente das populações mais vulneráveis que vivem no litoral, o que afetará, sem dúvidas, os sistemas sociais, sua organização, seus

---

30 Para maiores detalhes, ver Colborn, T., Dumanoski, D.; Myers, J. P. O futuro roubado. São Paulo: L&PM, 1997. Ver também: Santamarta, J. A ameaça dos disruptores endócrinos, 2001 (disponível em [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)).

conhecimentos, seus valores, suas tecnologias, etc. O mesmo processo afetará negativamente a biodiversidade e o equilíbrio ecológico de diferentes ecossistemas. Talvez este seja um dos exemplos mais claros para entendermos a coevolução sociedade-natureza e como nossas decisões individuais e/ou coletivas podem alterar o rumo desta coevolução. Também cabe mencionar o fato de que se não tivéssemos adotado um modelo de agricultura industrial, copiado dos países do Norte, baseado em extensas monoculturas, no uso intensivo de agroquímicos e de moto-mecanização, certamente teríamos outros estilos de agriculturas, mais adaptados aos diferentes ecossistemas do nosso país, ao invés de estarmos destruindo o Cerrado e a Amazônia, depois de mudarmos toda a paisagem do Sul e do Sudeste, para não falar da destruição da Mata Atlântica (e sua substituição por cana-de-açúcar, eucaliptos e não muito mais) e das agressões à Caatinga, todos exemplos de alteração do processo de coevolução.

Na verdade, a forma como os seres humanos se organizam e produzem determina a forma como virão a afetar, se apropriar e transformar a natureza. Ocorre, e é bom que tomemos este referencial dos ensinamentos dos teóricos do Metabolismo Social, que o metabolismo entre a natureza e a sociedade “implica el conjunto de procesos por medio de los cuales los seres humanos organizados en sociedad, independiente de su situación en el espacio (formación social) y en el tiempo (momento histórico), se apropian, circulan, transforman, consumen y excretan materiales y/o energías provenientes del mundo natural” (TOLEDO y GONZÁLEZ DE MOLINA, 2004). Neste processo, podemos ser mais ou ser menos parcimoniosos com o nossos ecossistemas.

Concluindo este ponto, pode-se dizer que, ao contrário do modelo convencional cartesiano, desde a Agroecologia se entende que nossas decisões individuais e coletivas afetam a coevolução sociedade-natureza, levando a uma alteração do rumo natural desta coevolução, o que pode afetar – em geral de forma negativa – aos sistemas culturais, sociais e ambientais. Somente podemos melhor entender esse processo lançando mão dos ensinamentos da História, da Antropologia, da Sociologia e

de outras ciências humanas, pois a Agronomia e a Ecologia, de forma isolada, não nos dão os elementos necessários e suficientes para a compreensão destes fenômenos, cujo entendimento é fundamental quando se está buscando novos patamares de sustentabilidade<sup>31</sup>.

## 2.4 Considerações finais

Os leitores vão observar que os autores deste artigo, embora sugiram na Figura ilustrativa, não foram capazes de fazer uma abordagem tão abrangente como aparece na figura. Também vão notar que faltam na figura muitas outras áreas do conhecimento. Isto se deve ao fato de que uma abordagem ampla e complexa, como exige a Agroecologia, requer uma colaboração multidisciplinar, mas os três autores são todos Engenheiros Agrônomos. Assim, ao mesmo tempo em que nos desculpamos por termos ficado devendo aos nossos leitores, esperamos que isso sirva de estímulo para que os vazios encontrados nestas reflexões possam ir sendo gradualmente preenchidos por especialistas das diferentes áreas do conhecimento científico e pelos agricultores e agricultoras, a partir de seus saberes históricos.

O que se procurou defender neste texto foi o entendimento da Agroecologia com uma ciência do campo da complexidade. Uma ciência que, ao contrario dos esquemas cartesianos, procura ser integradora, holística e, por isso mesmo, mais apropriada como orientação teórica e prática para estratégias de desenvolvimento rural sustentável. Procurou-se mostrar que a Agroecologia vai além da simples aproximação entre Agronomia e Ecologia e que, além dos conhecimentos e saberes populares, são fundamentais os conhecimentos científicos oferecidos por diferentes disciplinas para o desenho de agroecossistemas e agriculturas mais sustentáveis.

<sup>31</sup> Paulo Freire (1983) já alertava para isso, e também para a resistência que haveria a este cambio de paradigma, dizendo: “Falar a um tecnocrata da necessidade de sociólogos, de antropólogos, de psicólogos sociais, de pedagogos, no processo de reforma agrária (e nas ações de assistência técnica, extensão rural e desenvolvimento rural, N.A.), é algo que já provoca um olhar de desconfiança. Falar-lhe da necessidade de estudos na área da antropologia filosófica e da lingüística já é então um escândalo que deve ser reprimido. Na verdade, contudo, todos estes estudos são de uma importância básica para o êxito que se busca na reforma agrária” (e no desenvolvimento rural sustentável. N. A.).

Por definição, a Agroecologia pressupõe o uso de tecnologias heterogêneas, com adequação às características locais e à cultura das populações e comunidades rurais que vivem numa dada região ou ecossistema e que irão manejá-las. Por isso se diz que para um agroecólogo não tem cabida o pacote tecnológico. Quando se adota, de fato, os princípios da Agroecologia, o que deve ser generalizável são os princípios, e não os formatos tecnológicos. Por outro lado, ao buscar-se os ensinamentos de várias ciências, fica cada vez mais evidente que é impossível alcançar um desenvolvimento sustentável usando-se tecnologias comprovadamente degradadoras do ambiente, ou socialmente excludentes, ou – o que não é raro – fazendo ambas as coisas ao mesmo tempo, para ficarmos apenas em duas dimensões. Logo, a estratégia tecnológica deve ter como norte a construção de agriculturas sustentáveis dentro de uma sociedade ou sociedades também sustentáveis. As opções tecnológicas, portanto, devem ter como referencial a sustentabilidade, considerada em suas múltiplas dimensões: social, ambiental, econômica, cultural, política e ética.

Estas constatações e os breves exemplos de como a Agroecologia se nutre em outras ciências ou disciplinas, colocados ao longo do texto, nos levam a crer que, para a superação dos atuais problemas socioambientais do desenvolvimento rural e agrícola, precisamos estar preparados para nos fazermos novas perguntas de pesquisa e lançar mão de conhecimentos científicos e populares que, em geral, ficaram à margem das propostas desenvolvimentistas. Também nos leva a entender a necessidade de novas abordagens tanto na Assistência Técnica e Extensão Rural, assim como novas bases epistemológicas para a Pesquisa Agropecuária, como propõe o Marco de Referência em Agroecologia, da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária<sup>32</sup>. Obviamente, o enfoque agroecológico também deverá incidir de forma diferenciada nas atividades de ensino, de modo que possam ser superadas as práticas pedagógicas convencionais e as matrizes disciplinares e fragmentárias, que não condizem com o pensamento complexo.

32 Ambos documentos estão disponíveis em [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)

Concluindo, esperamos ter demonstrado que, diante dos problemas gerados pelo modelo de agricultura industrial, que é hegemônico, apesar de ser insustentável, é fundamental que se busquem novas estratégias para o enfrentamento dos problemas agrícolas e agrários: que reconheçam na diversidade cultural um componente insubstituível, que partam de uma concepção inclusiva do ser humano no meio ambiente, com estratégias apoiadas em metodologias participativas, enfoque interdisciplinar e comunicação horizontal. Enquanto ciência integradora de distintas disciplinas científicas, a Agroecologia tem a potencialidade para constituir a base de um novo paradigma de desenvolvimento rural sustentável.

## Referências

- ALTIERI, M. A. **¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?**. In: GONZÁLEZ ALCANTUD, J. A. y
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (eds.). **La tierra**. Mitos, ritos y realidades. Barcelona: Anthropos, 1992. p.332-350.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2001. (Síntese Universitária, 54).
- \_\_\_\_\_. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Agroecología**: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. In: SARANDON, S.J. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires – LaPlata, 2002.
- ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. **Reflorestamento indígena**. Ciência Hoje, v.6, n.31, p.44-50, 1987.
- BOFF, L. **Princípio-Terra**: a volta à terra como pátria comum. São Paulo: Ática, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Saber cuidar**: ética do humano – compaixão pela Terra. Petrópolis: Vozes, 1999.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**: perspectivas para uma nova Extensão Rural. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v.1, n.1, p.16-37, jan./mar. 2000a.



\_\_\_\_\_. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável:** perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: ETGES, V. E. (org.). Desenvolvimento rural: potencialidades em questão. Santa Cruz do Sul: EDUSC, 2001. p.19-52.

\_\_\_\_\_. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável.** Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004a.

\_\_\_\_\_. Agroecologia e sustentabilidade. Base conceptual para uma nova Extensão Rural. In: WORLD CONGRESS OF RURAL SOCIOLOGY, 10., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: IRSA, 2000b.

\_\_\_\_\_. **Agroecologia:** alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004b.

\_\_\_\_\_. **Agroecologia:** enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável (texto provisório para discussão). Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. (Série Programa de Formação Técnico-Social da EMATER/RS. Sustentabilidade e Cidadania, texto 5). Ambos documentos estão disponíveis em [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia como matriz disciplinar para um novo paradigma de desenvolvimento rural.** In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 3., Florianópolis. Anais... Florianópolis: CBA, 2005.

COLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYERS, J. P. **O futuro roubado.** São Paulo: L&PM, 1997.

COSTA BEBER, J. A. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais.** Santa Maria, 1989. 295p. (Dissertação de Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural, UFSM, 1989.

COSTABEBER, I. H. **Resíduos organoclorados persistentes en grasa mamaria y su relación con los hábitos alimentarios:** repercusiones sanitarias. Córdoba, 1999. 315f. (Tese de Doutorado). Programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba, España, 1999.

EMBRAPA. Marco de Referência em Agroecologia, Brasília, 2006. (disponível no sitio [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater))

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983

GLIESSMAN, S. R. (ed.). **Agroecology:** researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer-Verlag, 1990.

\_\_\_\_\_. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2000.

\_\_\_\_\_. **Agroecology**: ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea: Ann Arbor Press, 1997.

\_\_\_\_\_. **Allelopathic Interactions in crop-weed mixtures**: Applications for Weed Management. USA. *Journal of Chemical Ecology*. v. 9, n.8, 1983. pp.991-998.

GONZÁLEZ DE MOLINA, M. **Agroecología**: bases teóricas para una historia agraria alternativa. *Agroecología y Desarrollo*, n.4, p.22-31, dic. 1992.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (coords.). **Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.

HEYD, T. **Ética, medio ambiente y trabajo**. In: BLOUNT, E.; CLARIMÓN, L.; CORTÉS, A.;

RIECHMANN, J.; ROMANO, D. (coords.). **Industria como naturaleza**: hacia la producción limpia. Madrid: Catarata, 2003. p.239-255.

MARTÍNEZ ALIER, J. **De la economía ecológica al ecologismo popular**. 2.ed. Barcelona: Icaria, 1994.

MARTÍNEZ ALIER, J.; SCHLÜPMANN, K. **La ecología y la economía**. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1992.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural**. 2004

MORIN, E. **Ciência com consciência**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1999.

MORIN, E. **O método**. Tradução de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 1998.

NORGAARD, R. B. **A base epistemológica da Agroecologia**. In: ALTIERI, M. A. (ed.). *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p.42-48.

\_\_\_\_\_. **Una sociología del medio ambiente coevolucionista**. In: REDCLIFT, M. Y

WOODGATE, G. (coords.). **Sociología del medio ambiente**: una perspectiva internacional. Madrid: McGraw Hill, 2002. p.167-178.

ODUM, E. P. **Ecología**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1986.

PAULUS, G. **Do Padrão moderno à agricultura sustentável**: possibilidades de transição. Florianópolis, 1999. (Dissertação de Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFSC, 1999.

PAULUS, G. E SCHLINDWEIN, S. **Agricultura Sustentável ou (re)construção do significado de agricultura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v.2, n.3, p.44-52, jul./set. 2001.

PEREIRA FILHO, O. P. **Implicações ecológicas da utilização de energia em agroecossistemas**. Santa Maria, 1991. 132p. (Dissertação de Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural, UFSM, 1989.

PIMENTEL, D. (ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980.

\_\_\_\_\_. **Comparative energy flows in agricultural and natural ecosystems**. In: Anais do Seminário Internacional “Ecossistemas, Alimentos e Energia”, Brasília, 2-6 set. 1984, FINEP/PNUD/UNESCO, 1984. 4v. p.75-98.

PIMENTEL, D.; HURD, L. E.; BELLOTTI, A. C.; FORSTER, M. J.; OKA, Y. N.; SHOLES, O. D.; WHITMAN, R. J. **Food production and the energy crises**. Science, n.182, p.443-449, 1973.

PRETTY, J. N. **Participatory learning for sustainable agriculture**. World Development, v.23, n.8, p.1247-1263, aug. 1995.

QUESADA, G. M.; COSTA BEBER, J. A. **Energia e mão-de-obra**. Ciência Hoje, v.11, n.62, p.20-26, mar. 1990.

QUESADA, G. M.; COSTA BEBER, J. A.; SOUZA, S. P. **Balances energéticos agropecuários: uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul**. Ciência e Cultura, v.39, n.1, p.20-28, jan. 1987.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; Y WATERS-BAYER, A. **Cultivando para el futuro**. Introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 1995.

\_\_\_\_\_. **Farming for the future**. An introduction to low external Input and sustainable agriculture. Netherlands. Macmillan/ILEA, 1992.

RIECHMANN, J. **Biomimesis: el camino hacia la sustentabilidad**. In: BLOUNT, E.; CLARINÓN, L.; CORTÉS, A.; RIECHMANN, J.; ROMANO, D. (coords.). Industria como naturaleza: hacia la producción limpia. Madrid: Cartarata, 2003b. p.25-48.

\_\_\_\_\_. **Cerrar los ciclos: la producción limpia**. In: BLOUNT, E.; CLARINÓN, L.;

CORTÉS, A.; RIECHMANN, J.; ROMANO, D. (coords.). Industria como naturaleza: hacia la producción limpia. Madrid: Cartarata, 2003c. p.49-86.

RIECHMANN, J. **Cuidar la T(tierra)**: políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI. Barcelona: Icaria, 2003a.

SANTAMARTA, J. **A ameaça dos disruptores endócrinos**, 2001 (Traduzido por Francisco Roberto Caporal e disponível no sítio [www.pronaf.gov.br/dater](http://www.pronaf.gov.br/dater)).

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser pequeno**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.


SEVILLA GUZMÁN, E.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (eds.). **Ecología**, campesinado e historia. Madrid: La Piqueta, 1993.

SEVILLA GUZMÁN, E.; WOODGATE, G. **Desarrollo rural sostenible**: de la agricultura industrial a la Agroecología. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. (coords.). *Sociología del medio ambiente: una perspectiva internacional*. Madrid: Mc Graw Hill, 2002.

TIEZZI, E. **Tempos históricos, tempos biológicos** – a terra ou a morte: problemas da “nova ecología”. São Paulo: Nobel, 1988.

TOLEDO, V. M. & GONZÁLEZ DE MOLINA, M. **El metabolismo social**: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, 2004. 23p. (Disponível em [www.pronaf.gov.br](http://www.pronaf.gov.br)).

VIGLIZZO, E. F. **La trampa de Malthus**: agricultura, competitividad y medio ambiente en el siglo XXI. Buenos Aires: Ed. Universitaria de Buenos Aires, 2001.



É importante reter o entendimento da Agroecologia com uma ciência do campo da complexidade. Uma ciência que, ao contrário dos esquemas cartesianos, procura ser integradora, holística e, por isso mesmo, mais apropriada como orientação teórica e prática para estratégias capazes de fazer avançar a construção de agriculturas mais sustentáveis e de modelos de desenvolvimento rural mais sustentáveis. A Agroecologia vai além da simples aproximação entre Agronomia e Ecologia. Deste modo, ademais de incorporar conhecimentos e saberes populares, são fundamentais os conhecimentos científicos oferecidos por diferentes disciplinas para o desenho de agroecossistemas e agriculturas mais sustentáveis, que é o que importa do ponto de vista da conservação do planeta e da sobrevivência das espécies.