

- Ensaio Teórico -

### **Poderá a Agroecologia responder aos cinco axiomas da sustentabilidade?**

Can Agroecology respond to the five axioms of sustainability?

CAPORAL, F.R.<sup>1</sup>

Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: caporalfr@gmail.com

---

**RESUMO:** O artigo trata de colocar à luz do debate agroecológico um tema relevante, ou seja, a possibilidade de através da adoção das bases técnicas, metodológicas, epistemológicas e políticas da Agroecologia, dar respostas aos cinco axiomas de Heinberg mencionados neste texto, e que versam sobre a possibilidade de buscar sustentabilidade nos sistemas socioeconômicos. O conteúdo deste artigo procura fazer uma trajetória didática, primeiro fazendo uma breve contextualização do lugar de onde nasce a ideia do tema, qual seja, um conjunto de problemas socioambientais, passando por uma abordagem teórico-conceitual da Agroecologia, que possa dar sustentação ao argumento central do autor, isto é, a Agroecologia é o único caminho para a construção de agriculturas e novas formas de desenvolvimento rural mais sustentáveis. A partir daí, são introduzidos e discutidos os cinco axiomas para, na sequência, ainda que de forma bastante resumida, dado o tamanho do espaço, refletir sobre como a adoção dos princípios da Agroecologia poderia dar respostas ao quebra-cabeças que nasce dos cinco axiomas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroecologia; Sustentabilidade; Axiomas da Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** The article tries to put in the light of agro-ecological debate a relevant theme, namely the possibility of through the adoption of the technical bases, methodological, epistemological and policies of Agroecology provide answers to the five axioms of Heinberg mentioned in this text, and that deal the possibility of seeking sustainability in socio-economic systems. The content seeks a didact trajectory try, first making a brief background of where comes the theme idea, ie, a set of environmental problems, through a theoretical and conceptual approach to Agroecology, which can give support to the central argument of the author, that is, the Agroecology is the only way to build agriculture and new forms of more sustainable rural development. From there, the five axioms are introduced and discussed in order, albeit very briefly, according to the size of the space, to reflect on how the adoption of the Agroecology principles could give answers to the puzzle that is born of five axioms.

**KEYWORDS:** Agroecology; Sustainability; Axioms of sustainability.

## Introdução

Cada vez mais o debate sobre sustentabilidade socioambiental vem sendo dominado pela noção de Economia Verde, o que significa, na lógica capitalista, a busca por resultados econômicos aproveitando-se da escassez de recursos naturais. As grandes questões que deram origem ao debate sobre a relação meio ambiente e sociedade, a partir da Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, e avaliadas como cruciais para a sobrevivência das espécies neste Planeta, foram reafirmadas na Conferência do Rio de Janeiro, em 1992, mas deixaram de ter a importância capital antes enunciada, o que ficou evidente nos encontros mundiais subsequentes.

A Conferência Rio+20, depois do fracasso das negociações de Joanesburgo (Rio+10), em 2002, serviu apenas para reforçar a tese capitalista de que a natureza é negociável e que o mercado dará conta de resolver os problemas socioambientais. Esta orientação, que vem sendo aceleradamente aceita pelos governos liberais e suas instituições, reforça a noção de que todo este processo, desde seu início, sempre esteve baseado numa orientação “ecotecnocrática”, denunciada, entre outros, por Sevilla Guzmán e Alonzo Mielgo (1995). Trata-se de uma orientação que não poderia seguir outro caminho que não o da maquiagem das políticas e dos programas governamentais e das empresas privadas – que passaram a ser pintados de verde - de modo a manter o *status quo* do modelo capitalista dominante e dos interesses dos grandes conglomerados transnacionais que comandam os sistemas agroalimentares, dos empresários rurais capitalistas, assim como os interesses de outros setores da economia, particularmente o sistema financeiro e industrial.

Neste ínterim, a adjetivação da palavra desenvolvimento no sentido de fugir da lógica hegemônica do crescimento econômico a qualquer custo e incluir a necessidade de cuidado com o meio ambiente e com as populações mais carentes, deu lugar a um enorme acervo bibliográfico, sem, contudo, encontrar um consenso para a saída da crise civilizatória em que estamos imersos. E pior, o uso das expressões sustentável, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e outros similares se tornou algo da moda, passando a ser discurso obrigatório dos políticos, ou presença constante na missão das organizações governamentais ou mesmo das indústrias de agroquímicos, por exemplo. Isso levou a um crescente descrédito da adjetivação

sustentável, de modo que muitos já se recusam a usá-la.

Neste sentido, a carência de consistência da noção de desenvolvimento sustentável vem sendo debatida, por exemplo, no seio das correntes que defendem a tese do “decrecimento”. Bayon et al. (2010) afirmam que a noção de desenvolvimento sustentável foi “progressivamente esvaziada de sua essência.” Segundo eles, a problemática das desigualdades sociais foi caindo no esquecimento, entre outras questões cruciais do desenvolvimento. Eles concluem que o debate carece de aprofundamento sobre questões fundamentais, e que:

“Por carecer de esos debates necesarios, el desarrollo sostenible se encasilla en un conjunto de recetas administrativas y de gestión – en las bibliotecas del mundo entero las obras dedicadas al desarrollo sostenible se colocan en el estante catalogado como ‘economía’ y no en el de ‘ciencias políticas’ o ‘filosofía’. Sus recetas tienen menos oportunidades de resultar exitosas en la medida en que los criterios políticos y filosóficos que organizan su selección no son del todo favorables a los objetivos fijados – muy al contrario.” (BAYON et al., 2011)

Na mesma linha, Guzmán Casado et al. (2000) asseveram que a noção hegemônica de desenvolvimento sustentável (dos organismos internacionais, presente no Informe Brundtland) apresenta uma fé cega e quase exclusivista nas tecnologias, como forma de solucionar as problemáticas sociais, ecológicas e econômicas, quando na realidade parte destes problemas são consequência destas mesmas tecnologias. Por outro lado, naquela proposta, continuaria em evidência a necessidade de crescimento econômico para todos os países do mundo, mesmo diante do reconhecimento dos limites do planeta. Para estes autores:

“el punto central que invalida el concepto oficial de desarrollo sostenible [es] el hecho de establecer como norma obligada la extensión a todo el mundo de la agricultura industrializada, ya que el manejo industrial de los recursos naturales es incompatible con el concepto de sustentabilidad ecológica, tal y como ha demostrado Steve Gliessman.” (GUZMÁN CASADO et al., 2000)

Portanto, retomando o argumento central deste

artigo, a construção de estratégias capazes de oferecer melhores níveis de sustentabilidade exige a adoção de um novo paradigma para o desenvolvimento rural e agrícola, o que poderia ser alcançado a partir do enfoque agroecológico.

O nascimento e consolidação da Agroecologia - seguindo na linha dos argumentos anteriores, é necessário lembrar que a noção ecotecnocrática da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável também chegou ao debate sobre o desenvolvimento rural e agrícola. Nesse caso, inventou-se o desenvolvimento endógeno, o desenvolvimento territorial, o desenvolvimento local e todos passaram, em um dado momento e segundo interesses específicos, a serem seguidos pelo adjetivo sustentável. Na agricultura, mais especificamente, muitos trataram de fazer operativa a proposta de mudanças em busca de sustentabilidade, nascendo, ainda nos anos 80, a chamada Agricultura de Baixos Insumos, assim como o movimento da Agricultura Alternativa, que propunham mudanças na base técnica que havia sido imposta pela Revolução Verde, e que era identificada como fonte principal dos problemas ecológicos que vinham crescendo no meio rural.

Estimulados por este debate, cientistas como Altieri (1987) e Gliessman (1990) começaram a estabelecer as “bases científicas para a Agricultura Alternativa”, logo renomeada como “bases científicas para a agricultura sustentável” (ALTIERI, 1989; 2012), seguindo o jargão que se tornou dominante. Sem dúvidas, tomando a acepção kuhiana, estava iniciando um período de “revolução científica”. (KUHN, 1987). A “ciência normal”, que serviu de base para a Revolução Verde e para todo o processo de industrialização da agricultura já não lograva dar respostas aos problemas que estavam sendo criados por ela mesma, abrindo espaço para a constituição da Agroecologia como uma nova “matriz disciplinar” (KUHN, 1987).

Nesta trajetória de mudança de paradigma, os principais autores tratavam de aproximar a Agronomia convencional dos princípios ecológicos, estabelecendo novos procedimentos metodológicos e novos problemas de pesquisa, para enfrentar a insustentabilidade ecológica dos sistemas de produção agropecuários e dos sistemas agroalimentares em seu conjunto, iniciando-se, assim, um esforço no sentido da realização de pesquisas multidisciplinares. (MÉNDEZ e GLIESSMAN, 2002). Deste modo, ao contrário do enfoque convencional da pesquisa, os agroecólogos tomam os agroecossistemas como lugar de estudo e

unidade de análise. Tais pesquisas, e mesmo as experiências empíricas, consideram as diferenças e multiplicidades de ecossistemas e adotam um enfoque de sistemas para dar conta das complexas relações entre os seres vivos e o meio ambiente.

Não tardou para que os teóricos desta ciência emergente comessem a dar-se conta de que estas relações ocorrem em espaços socioeconômicos construídos, onde há uma dinâmica de vida e trabalho de diferentes e diversificados grupos sociais que interferem diretamente nas formas de manejo destes agroecossistemas, a partir de muitos e variados conjuntos de conhecimentos e saberes. Deste modo, fugindo dos enfoques cartesianos convencionais adotados na pesquisa e desenvolvimento, a Agroecologia passou a constituir-se como uma ciência do campo da “complexidade” (CAPORAL, 2009), na medida em que passou a orientar-se por matrizes conceituais e bases epistemológicas que vão além da Agronomia e da Ecologia, buscando ensinamentos, também, da Sociologia, da Antropologia, da Ecologia Política, da Economia Ecológica, da História, da Geografia, da Física, da Ética, entre outros campos do conhecimento (CAPORAL et al., 2006).

Este passo adiante, não só fortaleceu a Agroecologia como uma ciência, senão que trouxe à luz o fato de que a leitura e as intervenções nas realidades complexas, não podem ser algo apenas disciplinar, de modo que o enfoque agroecológico além de holístico e sistêmico, necessita de uma abordagem transdisciplinar. Como afirma Ruiz-Rosado (2006), “La transdisciplina es la expansión del enfoque interdisciplinario hacia la participación [...] “como metodología es diferente de la metodología de la ciencia moderna; es una co-evolución del ser humano y de su universo que requiere una nueva metodología.”

Cabe ressaltar que Noorgard e Sikor (1989), ao estabelecerem as bases epistemológicas da Agroecologia, destacaram a “perspectiva co-evolucionista do desenvolvimento” o que coloca em tela a inter-relação e mútua influência entre os sistemas sociais e os sistemas biológicos, evidenciando que o “desenvolvimento agrícola co-evolutivo vem ocorrendo há milênios”, de modo que o sistema social contribuiu para a evolução dos sistemas biológicos e vice-versa e, neste processo histórico, foram sendo adotadas diferentes técnicas, subordinadas a distintos conjuntos de valores e níveis de conhecimento. Este processo histórico, com mais de 10.000 anos, foi rompido naqueles lugares onde passou a predominar o modelo da Revolução Verde. Por isso mesmo, Sevilla Guzmán

(1995) viria a afirmar que a Agroecologia pretende reestabelecer “o curso alterado da co-evolução social e ecológica.”

Logo, a Agroecologia deixaria de ser apenas um esforço teórico-prático no sentido de buscar uma nova relação entre Agronomia e Ecologia. Ao incorporar bases epistemológicas mais amplas, que consideram as experiências práticas de campo de diferentes grupos sociais ou desenvolvidas em conjunto por acadêmicos/pesquisadores com agricultores-experimentadores e/ou comunidades rurais, a Agroecologia vai ampliando seu enfoque científico, dando lugar a novos conceitos. Assim, para Guzmán Casado, et al. (2000) a Agroecologia, em seu sentido amplo, “tem uma dimensão integral na qual as variáveis sociais ocupam um papel muito relevante dado que (...) as relações estabelecidas entre os seres humanos e as instituições que as regulam constituem uma peça chave dos sistemas agrários, que dependem do homem para sua manutenção”. Trata-se, pois, de ecossistemas fortemente antropizados, como lembram os autores.

Neste sentido, agregando uma perspectiva sociológica, Sevilla Guzmán assim definiria a Agroecologia:

“La Agroecología puede ser definida, de forma harto esquemática, como la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica pretendiendo construir un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas en la manera más amplia. Ello, como veremos más adelante, requiere el empleo de una perspectiva sistémica que permita introducir en el análisis la Sociedad Mayor, es decir, aquellos elementos de la sociedad global que determinan en gran medida las condiciones de la producción agrícola.” ( SEVILLA GUZMÁN, 1995)

Segundo o mesmo autor, para que esta nova perspectiva possa ser viável, é fundamental uma abordagem que inclua diferentes disciplinas, e se faz necessário que os Agrônomos entendam também dos elementos socioculturais e econômicos presentes nos agroecossistemas, enquanto que os cientistas sociais devem levar em conta os elementos técnicos e ecológicos presentes em cada realidade.

Visto isto, Eduardo Sevilla Guzmán, que é uma das referências em Agroecologia, na Europa e América Latina, conclui dizendo que:

“la Agroecología pretende el manejo ecológico de los recursos naturales, para a través de un enfoque holístico

y mediante la aplicación de una estrategia sistémica reconducir el curso alterado de la coevolución social y ecológica mediante el control de las fuerzas productivas que frene selectivamente las formas degradantes y expoliadoras de la producción y consumo causantes de la actual crisis ecológica. En tal estrategia juega un papel central la dimensión local como portadora de un potencial endógeno que a través del conocimiento campesino permita la potenciación de la biodiversidad ecológica y sociocultural mediante el diseño de sistemas alternativos de agricultura sostenible.” (SEVILLA GUZMÁN, 1995)

Mais recentemente, avançando neste debate, Sevilla Guzmán et al. (2012) estabelecem três importantes dimensões da Agroecologia, como podemos observar a seguir:

“La primera dimensión de la Agroecología es la ecológica técnico-productiva, centrada en el diseño de los agroecossistemas, siendo la ecología el marco científico de referencia que, en diálogo con el conocimiento tradicional campesino e indígena proponen la redefinición de los fundamentos técnicos de la agronomía, la veterinaria y las ciencias forestales. La segunda dimensión, la socioeconómica, se caracteriza por un fuerte contenido endógeno, prioritariamente a través del análisis de las sociedades locales, las estrategias productivas y los procesos de desarrollo rural. Finalmente, la dimensión política de la Agroecología se traduce en la implicación práctica, en la construcción de alternativas a la globalización agroalimentaria mediante el apoyo y acompañamiento de acciones colectivas, tanto productivas o de comercialización como de lucha política. En esta última dimensión la Agroecología se articula con la propuesta política de la Soberanía Alimentaria.” (SEVILLA GUZMÁN et al., 2012)

O conhecimento local, acima enfatizado, é central para que se possa afirmar que a Agroecologia é uma transdisciplina. Como é sabido, a pesquisa agroecológica e as intervenções que seguem os princípios da Agroecologia devem partir sempre do real, de problemas concretos, e esses são melhor explicitados a partir da visão de mundo daqueles que necessitam de soluções para os seus problemas e que serão, afinal, afetados pelas soluções que eventualmente venham a ser implementadas. Como afirma Ruiz-Rosado(2006),

“La investigación transdisciplinaria comprende procedimientos y métodos orientados a problemas y demandas reales, [...] El problema real y no la competencia o instrumentos disponibles, determina qué debe hacerse. El punto clave es como organizar la ciencia de tal forma que la obtención de la mejor de las posibles soluciones a problemas prácticos reales se logre con un costo mínimo.” (RUIZ-ROSADO, 2006)

Dadas estas premissas teóricas e metodológicas e as bases epistemológicas da Agroecologia, acredita-se que esta nova ciência poderá dar um aporte decisivo para que se possa alcançar maior sustentabilidade nos sistemas agrícolas de modo a contribuir para o enfrentamento do quebra-cabeças proposto a partir dos “Cinco Axiomas da Sustentabilidade”, como veremos a seguir.

O que são os Cinco Axiomas da Sustentabilidade? - Em razão do uso abusivo da palavra sustentabilidade, muito autores, a partir de estudos relevantes que vieram à luz nas últimas décadas, passaram a propor questões centrais que, segundo eles, sem uma resposta convincente a elas não poderíamos chegar aos ideais de sustentabilidade. E muitos enfatizam que tais respostas dependem de decisões e escolhas dos indivíduos e das distintas sociedades.

Jared Daiamond, em seu livro *Colapso*, procura evidenciar como, a partir de que decisões ou omissões, diversas sociedades do passado entraram em colapso, afirmando que parte dos mistérios que envolvem o desaparecimento de civilizações inteiras se deve aos danos ambientais que elas mesmas causaram. Para os casos do passado, que ele apresenta no seu livro, embora reconheça outras causas, o autor afirma que o colapso está associado a oito categorias de danos ambientais: “desmatamento e destruição do habitat, problemas com o solo (erosão, salinização, perda de fertilidade), problemas com o controle da água, sobrecaça, sobrepesca, efeitos da introdução de outras espécies sobre as espécies nativas e aumento “per capita” do impacto do crescimento demográfico.” (DIAMOND, 2006)

Ademais, o autor considera que todos estes problemas, que podem levar ao “ecocídio”, continuam presentes nas sociedades da atualidade, mas a eles se juntam outras ameaças típicas de nosso modo de desenvolvimento, como “as mudanças climáticas provocadas pelo homem, o acúmulo de produtos químicos tóxicos no ambiente, a carência de energia e a

utilização total da capacidade fotossintética do planeta.” (DIAMOND, 2006). Todas essas 12 questões, segundo o mesmo autor, fazem parte do desafio que as sociedades pós-modernas devem enfrentar se querem construir estratégias mais sustentáveis e tentar escapar do colapso. E isto é possível, como o próprio autor demonstra ao apresentar casos de sociedades que aprenderam com seus erros e adotaram formas diferenciadas e mais sustentáveis de relação com seu meio ambiente.

O que ocorre, como vimos antes, é que para alcançarmos, como sociedade, as condições necessárias para salvaguardar as possibilidades de vida digna para as futuras gerações, não basta usar a palavra mágica “sustentabilidade” ou a expressão derivada “desenvolvimento sustentável”. É preciso que sejam atendidos alguns condicionantes fundamentais, sem os quais não há como falar-se em sustentabilidade socioambiental.

Neste sentido, Richard Heinberg, em um ensaio de 2007, baseando-se em uma revisão de literatura, apresentou o que ele chama de os cinco axiomas da sustentabilidade. Segundo ele, estas cinco questões fundamentais, ou “verdades evidentes”, precisam ser encaradas de forma plena pelas sociedades que pretendem perdurar por mais tempo, resguardando as futuras gerações e os recursos que elas irão necessitar.

Os cinco axiomas, propostos por Heinberg, são os seguintes:

1. “Qualquer sociedade, que use continuamente recursos críticos de modo insustentável, entrará em colapso.
2. O crescimento populacional e/ou o crescimento das taxas de consumo dos recursos não é sustentável.
3. Para ser sustentável, o uso dos recursos renováveis deve seguir uma taxa que deverá ser inferior ou igual à taxa de reposição.
4. Para ser sustentável, o uso de recursos não renováveis tem que evoluir a uma taxa em declínio, e a taxa de declínio deve ser maior ou igual à taxa de esgotamento.
5. A sustentabilidade requer que as substâncias introduzidas no ambiente pela atividade humana sejam minimizadas e tornadas inofensivas para as funções da biosfera.” (HEINBERG, 2007)

Além de explicar as possíveis exceções ou limites das próprias excepcionalidades, presentes em cada uma das afirmações, o autor discorre sobre aspectos importantes dos cinco axiomas, destacando, entre outras questões, a (im) possibilidade de substituição dos

recursos críticos (água, recursos necessários para produzir comida e energia utilizável) que, por sua vez, seria limitada dada a finitude dos recursos do planeta. O autor afirma que, no início do processo de substituição, passariam a ser usados recursos de menor qualidade e que, muitas vezes, exigiriam maior gasto energético por unidade de extração ou produção, gerando, ademais, um nível mais alto de poluição.

Sobre isso, Laurence C. Smith, em seu livro *O mundo em 2050*, falando sobre um provável aumento da substituição do petróleo convencional por óleo extraído das areias betuminosas (betume), que precisa ser transformado em petróleo líquido, afirma que é necessário extrair duas toneladas de areia para obter-se um barril de petróleo. Segundo o mesmo autor, “O processo de extração consome enormes quantidades de energia e água.” Além disso, a transformação gera enormes poluições químicas e a emissão de gases de efeito estufa chega a ser “três vezes maior do que a lançada pela perfuração convencional de poços de petróleo.” E mais, “Dependendo da tecnologia utilizada são necessários de 2 a 4 m<sup>3</sup> de água e de 125 a 214 m<sup>3</sup> de gás natural para produzir um único m<sup>3</sup> de óleo sintético.” (SMITH, 2011)

Como vemos, o chamado otimismo tecnológico, defendido pelas correntes da economia neoclássica e presente nos discursos ecotecnocráticos de nossos governantes e de muitos acadêmicos, está longe de ser uma verdade. Smith (2011), também examina outras alternativas para a substituição do petróleo que vêm sendo adotadas na atualidade ou que aparecem como promessas futuras, como os biocombustíveis, mostrando quão longe estamos das condições necessárias para uma substituição ambientalmente sustentável. Isto se deve, segundo o autor, especialmente ao fato de que adotamos os mesmos métodos de produção dependentes de petróleo para produzir os biocombustíveis. O etanol do milho, afirma o autor, “é terrivelmente ineficiente, cuja produção, em geral, requer a mesma quantidade de combustível fóssil, ou ainda mais.” “Outro problema é que a atual tecnologia requer que o etanol seja produzido de açúcares e amidos simples, o que coloca as colheitas de biocombustíveis em concorrência direta com as colheitas de alimentos.” Segundo o autor, “é perturbador imaginar um mundo em 2050, com uma população 50% mais numerosa do que a atual, no qual uma grande quantidade de terras agrícolas seja destinada a alimentar carros e não pessoas.”

Smith (2011), também apresenta uma série de questionamentos sobre a substituição das atuais fontes

de energia pela energia solar, eólica ou do hidrogênio, para mostrar que é falso o otimismo dos ecotecnocratas. Inclusive, do ponto de vista da substituição tecnológica, ele critica o otimismo até mesmo com os carros elétricos, por exemplo, dizendo que, apesar dos possíveis benefícios:

“[estou longe] de sugerir que os carros elétricos sejam benéficos ao meio ambiente, porque não são. Toda essa nova eletricidade precisa vir de algum lugar e, no futuro próximo, virá basicamente de usinas de energia que queimam carvão e gás natural. Embora os veículos em si praticamente não produzam poluentes, as usinas que geram eletricidade poluem. A produção de milhões de baterias elétricas também exige a mineração de altos volumes de níquel, lítio e cobalto.” (SMITH, 2011)

Tudo isso, somado ao tempo de vida das baterias e seu futuro descarte ou reciclagem, implica em mais (ou outros) elementos de insustentabilidade, o que demonstra que a tese da substituição perfeita é uma falácia que não se sustenta à luz de uma análise mais profunda. Segundo Smith (2011), a tendência natural, até que se desenvolvam e sejam mais baratas as energias renováveis (eólica e solar, por exemplo), a substituição do petróleo viria a ser feita pelo aumento do uso do gás natural e do carvão. O primeiro, com uma perspectiva de extração de mais 60 anos, enquanto que as reservas de carvão poderiam seguir nos abastecendo de energia por mais 200 anos. Entretanto, como afirma o mesmo autor, o carvão é a fonte de energia mais suja e sua utilização em grande escala vai na contramão da sustentabilidade. Vejamos a informação apresentada por ele:

“No que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa, o carvão é pior do que o petróleo e muito pior do que o gás natural, pois seu conteúdo de carbono é o mais alto entre todos os combustíveis fósseis. Para produzir uma quantidade equivalente de energia útil, o carvão queimado libera praticamente o dobro de dióxido de carbono do gás natural queimado. Libera também uma gama de poluentes irritantes, como anidrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>), particulados e mercúrio. Quando convertido em líquido, libera 150% mais dióxido de carbono do que os combustíveis a base de petróleo.” (SMITH, 2011)

Mesmo sabendo disso, as sociedades continuam a correr pelo crescimento econômico, o que determina a

necessidade de se usar combustíveis que geram mais emissões contaminantes, como é o caso do carvão. Sobre isto, Smith adverte que é possível que em 2030 o consumo de carvão “tenha aumentado em 40% em relação aos níveis de 2010”. Ademais, afirma, “Em nossa atual trajetória, estima-se que o consumo mundial de carvão aumente de 2% a 5% ao ano durante muitas décadas, ultrapassando o de petróleo e tornando-se a principal fonte de energia do mundo.” (SMITH, 2011). Ora, não parece ser esta uma lógica de substituição muito amigável do ponto de vista ambiental e da saúde pública.

Os exemplos acima citados servem para ilustrar a questão problemática da substituição de fontes de energia, que será decisiva, também na agricultura. Como sabemos, o modelo hegemônico de produção agrícola se baseou nos pacotes agroquímicos da Revolução Verde, na mecanização, sendo altamente dependente de petróleo. Além dos combustíveis necessários para movimentar as máquinas agrícolas e os aviões de pulverização, etc., vale lembrar que são necessárias 23 toneladas de petróleo para produzir uma tonelada de adubo nitrogenado, que é largamente utilizado na agricultura industrializada. (LATOUCHE, 2008)

Além disso, os ingredientes da receita agronômica para resolver os problemas da Lei do Mínimo na agricultura começam a ficar cada vez mais escassos. O consumo de fósforo e de potássio segue crescente, enquanto que as reservas conhecidas estão se esgotando. Num Relatório Executivo do GT-Fertilizantes, da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia do Brasil, de setembro de 2008, os autores afirmam que:

“As reservas mundiais de potássio somam 16 bilhões de toneladas.(...) A produção mundial, em 2007, alcançou 33 milhões de toneladas de K<sub>2</sub>O equivalente.” (...) As reservas mundiais de fosfato, de 50 bilhões de toneladas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contido concentram-se no Marrocos (42%) (...) A produção mundial de rocha potássica, em 2007, atingiu 172 milhões de toneladas...” (BRASIL, 2008)

Estas informações indicam que não está longe o fim da festa das agriculturas baseadas na fertilização a partir destes elementos químicos extraídos na natureza, até porque, nos últimos anos, tem sido crescente o uso de fertilizantes sintéticos, especialmente dos macronutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio),

acompanhando o aumento da área cultivada no mundo e a perda de fertilidade natural dos solos (o que inclui as perdas por erosão, entre outras), que exigem mais fertilizantes, para manter os mesmos níveis de produtividade.

“O consumo mundial de fertilizantes exibe clara tendência à substituição das regiões tradicionais por novas áreas. A queda do consumo na Europa, durante o período 1986-2003, foi de 61,45%, enquanto a Ásia exibiu crescimento de 88,56% no mesmo período. A Ásia, sozinha, consome mais do que o somatório do resto do mundo, o que representa 56,14% do consumo mundial. A América Latina aumentou seu consumo em 80,19% no período, enquanto na África houve apenas um pequeno aumento de 9,65%. Por fim, a América do Norte exibiu um pequeno aumento de 13,10% do consumo ao longo do período.” (DIAS e FERNANDES, 2006)

Segundo dados da Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA), de julho de 2011, o “consumo de fertilizantes deverá ultrapassar 200 milhões de toneladas em 2015”, sendo que a demanda mundial de fertilizantes pode crescer em média 3% ao ano, podendo chegar a até “5% nos países em desenvolvimento”. De resto, a escassez de novas terras para a agricultura tende a forçar uma maior demanda por fertilizantes para que sejam cultivados solos já degradados e áreas de menor aptidão. (ANDA, 2011)

Esta tendência de aumento da demanda, frente ao esgotamento das reservas de matérias-primas, não só tem influenciado no aumento dos preços dos adubos químicos, como tem levado especialistas a sugerirem a substituição dos adubos sintéticos por outros fertilizantes, entre os quais os pós de rocha (rochagem ou remineralização), uma prática histórica, que foi abandonada com o advento dos produtos sintéticos. Quanto a isto, os especialistas do GT-Fertilizantes, recomendam:

“Deve ser incentivado o uso de materiais alternativos aos fertilizantes convencionais, tais como minerais e rochas contendo P e K, muitas vezes resíduos de outras atividades minero-industriais, com base em processo comumente denominado ‘rochagem’, entre outros materiais. Especialmente ao se considerar a chamada agricultura familiar, responsável por grande parte da produção dos alimentos consumidos no Brasil.” (BRASIL, 2008)

Embora a preocupação dos técnicos brasileiros esteja focada na questão da elevada dependência de importações de fertilizantes químicos, e não com a crescente escassez de matéria-prima e muito menos com a questão da sustentabilidade, é razoável observar que esta problemática leva a uma reflexão sobre uma questão estratégica para o nosso país, pois está relacionada com a soberania e segurança alimentar.

Nesse sentido, o modelo de produção agropecuária dominante no Brasil passou a liderar, entre os demais setores da economia, as emissões de gases de efeito estufa. No total das emissões de CO<sup>2</sup>, a participação da agropecuária brasileira passou de 20%, em 2005, para 35% em 2010. Parte importante destas emissões está relacionada à fermentação entérica (animais) e ao uso de fertilizantes químicos, em especial os nitrogenados (Brasil, 2013). Segundo a FAO (2011), “Actualmente, el sector agrícola es un emisor importante de gases de efecto invernadero, pues origina el 13,5 por ciento de las emisiones globales.” Com isso, vemos que a nossa agropecuária já contamina acima da média mundial.

Por outro lado, como assinala Heinberg (2007), os recursos críticos, a que o autor se refere no primeiro axioma são, especialmente, aqueles considerados indispensáveis para a manutenção da vida, o que inclui a água, os recursos necessários para a produção de comida e a energia utilizável. Em todos estes casos, estamos em crise. Já se tratou, rapidamente sobre energias e fertilizantes, dependentes de fontes limitadas. Com respeito à água, segundo a FAO:

“La escasez de agua es cada vez mayor. Están aumentando la salinización y la contaminación de los cursos y las masas de aguas, y la degradación de los ecosistemas relacionados con el agua. En muchos ríos grandes, solo el 5 por ciento de los antiguos volúmenes de agua permanecen en los caudales y algunos ríos como el Huang He ya no llegan al mar todo el año.” (FAO, 2011)

Seguindo o alerta, a FAO adverte que a água subterrânea “está sendo bombardeada” e os aquíferos estão sendo contaminados. E continua: “Las prácticas agrícolas intensivas, en determinados casos, han dado lugar a una grave degradación ambiental, que incluye la pérdida de biodiversidad y la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por el uso inadecuado de fertilizantes y plaguicidas.” (FAO, 2011)

Por outro lado, cerca de 70% da água doce consumida atualmente está sendo utilizada na agricultura, com vários agravantes, entre os quais:

“La extracción de aguas subterráneas ha proporcionado una valiosa fuente de agua lista para el riego, pero es casi imposible de regular. Como resultado, la extracción intensiva de aguas subterráneas a nivel local es superior a las tasas de recarga natural en los principales lugares de producción de cereales, en países de ingresos altos, medianos y bajos. Habida cuenta de que muchos sectores clave de producción alimentaria dependen de las aguas subterráneas, la reducción de los niveles de los acuíferos y la extracción continua de aguas subterráneas no renovables supone un riesgo creciente para la producción alimentaria local y mundial.” (FAO, 2011)

Para a OCDE (2003), “No início do século XXI, 1,1 bilhões de pessoas ainda não dispunham de acesso a um fornecimento de água seguro e 2,4 bilhões não dispunham de acesso a saneamento básico.” Este é um quadro que tende a agravar-se, tanto pelos impactos das mudanças climáticas como pelo aumento da população e a permanente migração para as cidades.

Entretanto, para Smith (2011), “mesmo que não houvesse mudança climática, o mundo continuaria enfrentando o declínio no abastecimento de água “per capita” por causa do crescimento econômico e do crescimento da população.” Embora admita que mesmo estancando o crescimento da população, permaneceria o problema da água em função das variáveis de consumo, ele afirma que “Contrariando a crença popular, o crescimento populacional e a industrialização representam para o suprimento de água global um desafio ainda maior do que a mudança climática.” Neste sentido, o segundo axioma reforça a tese de que é preciso encontrar formas de redução do consumo.

Já no terceiro axioma, Heinberg (2007) se reporta à “Primeira Lei da Sustentabilidade” proposta por Albert A. Barlett, e debate a questão do crescimento populacional. Na verdade, a questão, como vimos antes, não é somente o aumento da população, mas sim os níveis de consumo de cada habitante e de cada novo habitante. Como afirmam Bayon et al., citando matéria do diário *La Décroissance* sobre o crescimento populacional, “lo que en verdade estaba en juego era el consumo total de cada niño. (...) En un país occidental, un ser humano adicional genera el mismo impacto ecológico que 12 burkinabeses o 620 viajes de ida y vuelta París – New York.” (BAYON et. al. 2011)

Ademais, Smith (2011) adverte que a questão não é apenas a taxa de nascimentos, mas sim é preciso estudar o processo de “Transição Demográfica”, que

ocorre a partir de uma cadeia de eventos próprios da modernização. Ou seja, há uma tendência de redução das taxas de fertilidade e de mortalidade, embora esta última caia primeiro (as pessoas tendem a viver mais anos). “E como qualquer conta bancária, quando a taxa de mortalidade (gastos) cai mais rapidamente do que a taxa de nascimento (poupança), o resultado é o acelerado aumento da soma total.” Assim, “mesmo que a taxa de fertilidade caia mais adiante, para equiparar-se às taxas de mortalidade – completando, assim, a Transição Demográfica e detendo o crescimento –, um novo equilíbrio populacional, muito maior, é levado adiante.” Deste modo, o novo percentual de nascimentos ocorrerá sobre uma base maior de mulheres, o que significa a continuidade do crescimento da população mundial.

Logo, a partir deste debate sobre demografia, o que se pode dizer é que não basta colocar a culpa da insustentabilidade no crescimento populacional, sem se fazer uma discussão sobre níveis e padrões de consumo, acesso aos recursos, distribuição das riquezas e aprofundamento da democracia. Sequer se pode imaginar que somente o avanço da modernização seria o elemento chave para a transição demográfica, posto que há comunidades em que não chegou a modernidade, mas que já chegou o equilíbrio demográfico.

Seguindo nesta reflexão, em seu terceiro axioma, Heinberg (2007) destaca outro elemento de fundamental importância e que é menosprezado pela maioria das políticas de crescimento econômico de nossos países. Ou seja, mesmo os recursos “renováveis” estão sujeitos ao esgotamento, dada a diferença entre a taxa de extração (destruição) e a taxa de reposição natural. Do ponto de vista da sustentabilidade, a crescente diminuição das reservas de minerais, de petróleo, etc., são exemplos claros de que o modelo de crescimento (e extração) ilimitado, não tem a mínima preocupação com as futuras gerações, posto que a natureza não tem o tempo necessário para a reposição do que está sendo extraído hoje.

Ainda com respeito ao terceiro axioma, é importante chamar a atenção para outro problema grave como é a destruição das nossas florestas. Além de contribuir para o aumento das emissões de carbono, o desmatamento ocasiona, também, a perda definitiva de muitas das funções ecológicas das florestas naturais e da biodiversidade. Assim, mesmo que venham a ser substituídas as florestas naturais por maciços de reflorestamento, estes não cumprirão o mesmo papel no equilíbrio ecológico.

O mesmo acontece nos casos de sobrepesca. As estratégias como a parada (proibição) da pesca no período de defeso, como vigora no Brasil, podem contribuir para a continuidade da reprodução das espécies de peixes, mas não serão solução para o problema da extinção de espécies enquanto não se evitar a sobrepesca, que leva a um problema sério de reposição das populações e a um constante declínio deste recurso natural.

Voltando ao caso da agricultura, o estreitamento da base genética dos nossos cultivos e criações, imposto pelo modelo da Revolução Verde, levou à perda de uma enorme quantidade de espécies vegetais antes cultivadas ou espécies animais, antes criadas, cuja recuperação já é impossível em muitos casos. Portanto, é necessário que se pense, seriamente, na gestão do uso dos recursos renováveis ou não renováveis e em formas de redução do consumo dos mesmos.

No quarto axioma, Heinberg (2007) adverte que a sustentabilidade exige uma evolução do uso de recursos não renováveis a taxas de declínio que devem ser maiores (ou iguais) que as taxas de esgotamento. Isto poderia levar a uma disponibilidade de quantidades deixadas para extração futura já que a dependência deste recurso tenderia ao mínimo antes do seu esgotamento. Outra vez, as sociedades deveriam apostar na redução do consumo exossomático. Mas, pelo contrário, no Brasil, por exemplo, vem sendo ampliado o esforço no sentido de aumentar a mineração e exportar cada vez mais matéria-prima. Assim mesmo, foram impulsadas políticas públicas no sentido de ampliar o consumo de automóveis, geladeiras e outros bens, em busca de mais crescimento econômico, o que requer mais matéria e energia e leva à produção de mais contaminação.

Como lembra Georgescu-Roegen:

“Si la economía hubiese reconocido el carácter entrópico del proceso económico, podría haber sido capaz de avisar a sus colaboradores en la mejora de la humanidad – las ciencias tecnológicas- de que ‘mayores y mejores’ lavadoras, automóviles y aviones supersónicos tenían que conducir a una ‘mayor y mejor’ contaminación.”  
(GEORGESCU-ROEGEN, 1996)

Desde os ensinamentos da Lei da Entropia, o mesmo autor afirma que “todo automóvel Cadillac produzido em qualquer momento significa menos vidas en el futuro.” (GEORGESCU-ROEGEN, 1996)

Por fim, no quinto e último axioma, Heinberg coloca

em questão um tema também relevante no campo da agricultura, isto é, para o autor, a sustentabilidade requer a minimização dos impactos causados por substâncias introduzidas pelo homem no meio ambiente. Ademais, as substâncias introduzidas deveriam ser “inofensivas para as funções da biosfera”. (HEINBERG, 2007)

No caso brasileiro, o modelo de agricultura dominante é responsável, por exemplo, pelo uso abusivo de agrotóxicos. O País se tornou o maior consumidor mundial de pesticidas, jogando no meio ambiente mais de 1 milhão de toneladas de veneno por ano. Não menos problemática é a aplicação de fertilizantes químicos de síntese. Quer dizer, nossa agricultura, no modelo atual, vai contra o que está postulado no quinto axioma. Não obstante, a proposta de remediação, do tipo da chamada agricultura de baixo carbono (ABC), ensaiadas como política do governo brasileiro, tampouco enfrenta esta questão da introdução/dispersão dos químicos agrícolas no meio ambiente. Portanto, a solução deste impasse passa pela construção de outros tipos de agriculturas o que seria possível a partir da adoção do enfoque agroecológico.

A Agroecologia e suas respostas aos 5 axiomas de Heinberg - a hipótese que temos defendido neste texto é que a adoção do enfoque agroecológico é o único caminho para que a agricultura atenda o que se postula nos Cinco Axiomas. Neste sentido, alguns “objetoires do crescimento”, ou defensores do decrescimento, como queiram, afirmam que:

“En la esfera de la agricultura y de los recursos renovables, la multifuncionalidad de los ecosistemas implica la interdependencia de las regulaciones o, dicho de otro modo, el crecimiento del recurso a un servicio ecológico implica un empobrecimiento o debilitamiento cada vez mayor de otro. Ya se admite que una agricultura más ecológica será muy diferente de la agricultura actual, que no hay un posible término medio. Las semillas, las grandes superficies, el recurso masivo a los insumos químicos y a los pesticidas forman un todo coherente y mortífero, y sus efectos negativos no pueden reducirse de manera significativa sin provocar cambios en los modos de cultivo.”(BAYON et al., 2011)

Como vimos antes, a Agroecologia como novo enfoque científico, oferece um conjunto de ferramentas técnicas, políticas e metodológicas que se acredita

serem capazes de contribuir para a obtenção de crescentes níveis de sustentabilidade socioambiental nas estratégias de desenvolvimento rural e da agricultura e, inclusive, com crescentes impactos positivos na diminuição das contaminações geradas por outros setores dos complexos agroalimentares, fora da porteira.

Como afirmamos anteriormente, na proposta agroecológica está presente a compreensão de que a sustentabilidade não é algo estático ou fechado em si mesmo, mas faz parte de um processo de busca permanente de estratégias de desenvolvimento que qualifiquem a ação e a interação humana nos ecossistemas. Este processo deve estar orientado por certas condições que, no seu conjunto, permitam a construção e a conformação de contextos de sustentabilidade crescentes a curto, médio e longo prazos. Como exemplo, citamos as seguintes condições:

“a) Ruptura das formas de dependência que põem em perigo os mecanismos de reprodução, sejam estas de natureza ecológica, socioeconômica e/ou política. b) Utilização daqueles recursos que permitam que os ciclos de materiais e energias existentes nos agroecossistemas sejam o mais parcimonioso possível e o mais fechado possível. c) Utilização dos impactos benéficos que se derivam dos ambientes ecológico, econômico, social e político, existentes nos distintos níveis (desde a propriedade rural até a sociedade maior). d) Não alteração substantiva do meio ambiente quando tais mudanças, através da trama da vida, podem provocar transformações significativas nos fluxos de materiais e energia que permitem o funcionamento do ecossistema, o que significa a tolerância ou aceitação de condições biofísicas em muitos casos adversas. e) Estabelecimento dos mecanismos bióticos de regeneração dos materiais deteriorados, para permitir a manutenção no longo prazo das capacidades produtivas dos agroecossistemas. f) Valorização, regeneração e ou criação de conhecimentos locais, para sua utilização como elementos de criatividade, que melhorem a qualidade de vida da população, definida desde sua própria identidade local. g) Estabelecimento de circuitos curtos para o consumo de mercadorias, que permitam uma melhoria da qualidade de vida da população local e uma progressiva expansão espacial, segundo os acordos participativos alcançados por sua forma de ação social coletiva. Ao

mesmo tempo, esta prática de circuitos curtos de comercialização reduz os gastos de energia ao longo da cadeia alimentar. h) Potenciação da biodiversidade, tanto biológica como sociocultural.” (CAPORAL e COSTABEBER, 2004)

A construção de contextos de sustentabilidade, seguindo os princípios da Agroecologia, poderá servir de guia para a contribuição desta ciência visando o atendimento dos cinco axiomas de Heinberg, vistos antes. Vejamos alguns exemplos:

Ao trabalhar-se na perspectiva de uma agricultura de base ecológica, estar-se-á reduzindo, sobremaneira, o uso de recursos externos e, portanto, o consumo exossomático. Haveria uma importante redução de insumos dependentes de energia fóssil. O não uso de fertilizantes químicos de síntese, por exemplo, não só implicaria em menos impactos ambientais causados pela agricultura, como repercutiria positivamente na redução de emissões de gases de efeito estufa não só na agricultura senão que, também, por parte das indústrias produtoras/extratoras destes insumos, redução no uso de derivados de petróleo, redução nos gastos de matéria e energia necessários para o transporte destes produtos, etc.

A adoção de práticas de adubação verde, o uso de plantas melhoradoras do solo, o uso de composto e adubo orgânico, associadas ao uso de rotação, e outras técnicas ecológicas poderiam atender às demandas de nitrogênio, fósforo e potássio, reduzindo a pressão sobre recursos renováveis e não renováveis dos quais depende a agricultura convencional.

Ademais, a eliminação do uso dos fertilizantes químicos de síntese e dos agrotóxicos, traria uma enorme contribuição no sentido do que propõe o quinto axioma, pois se estaria não só diminuindo a introdução de substâncias tóxicas no meio ambiente, como se estaria adotando técnicas e formas de manejo que são mais adequadas à preservação das funções ecológicas. Neste mesmo sentido, se evitaria o uso de quantidades absurdas de embalagens de fertilizantes e pesticidas, que acabam utilizando mais recursos naturais e gerando mais poluição.

Por outro lado, o desenvolvimento rural e agrícola com base na Agroecologia pressupõe um uso mais adequado do que o que Heinberg coloca como sendo os recursos críticos (primeiro axioma). As práticas agroecológicas como o manejo ecológico dos solos, os policultivos, os sistemas agroflorestais ou agrosilvipastoris, etc., trariam uma potente contribuição para a preservação de recursos fundamentais como

solo e água, além da preservação da biodiversidade e da diversidade sociocultural associada.

O fato de a Agroecologia possuir uma dimensão social e, dentro desta, o tema da equidade de gênero, vem sendo propiciada uma maior participação das mulheres, tanto nos processos de produção e comercialização, como nas atividades de organização e luta política. Como mostram vários estudos, esta participação tende a contribuir para a diminuição do número de filhos e, portanto, haveria uma tendência no sentido de avançar a transição demográfica no meio rural, contribuindo assim para o segundo axioma.

Agriculturas de base ecológica parecem ser o único caminho possível para a redução do uso de recursos renováveis no campo da produção de alimentos e fibras, de modo a contribuir para tornar viável uma redução nas taxas de extração. Ademais, o respeito à biodiversidade supõe uma importante contribuição para a manutenção das florestas e para a reposição de espécies adaptadas aos diferentes biomas. O uso de sementes e raças localmente adaptadas (crioulas) em lugar do uso de sementes transgênicas ou híbridas, além de reduzir os gastos de matéria e energia com transportes, também contribuiria para reduzir os impactos ecológicos do processo de industrialização de sementes e os tratamentos com agrotóxicos que estas exigem.

Enfim, pode-se concluir que a sustentabilidade socioambiental depende da transição da agricultura industrializada para agriculturas de base ecológica, contribuindo decisivamente para avançar nas soluções necessárias para atender aos postulados dos 5 axiomas acima referidos.

Esta afirmação vale tanto para os países centrais como para as periferias ainda empobrecidas, pois, como lembra González de Molina:

“la adopción de enfoques agroecológicos en el diseño de estrategias para combatir la pobreza y el hambre resulta imprescindible en la medida en que permite un aumento considerable en los rendimientos sin una utilización intensiva de insumos externos, conserva y mejora el capital natural, reduce la dependencia del mercado, aumenta el poder y la confianza de las comunidades locales, conserva la diversidad biológica y cultural, y refuerza la democracia, combatiendo los efectos más negativos del actual modelo de globalización económica”. (GONZÁLEZ DE MOLINA, 2002)

Como conclusão - a Agroecologia como uma ciência do campo da complexidade, ao adotar uma estratégia sistêmica e um enfoque holístico, permite o

redesenho de sistemas agropecuários e dos sistemas agroalimentares em bases mais sustentáveis. Como lembra Morin:

“A complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o cultural) e há um tecido interdependente interativo e inter-retroativo entre o objeto do conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si” (MORIN, 2000).

Do mesmo modo, como explicam os princípios da Agroecologia, na busca da sustentabilidade, é necessário que sejam levadas em conta diversas dimensões que precisam de uma melhora, entre as quais destacamos as dimensões ecológica, social, econômica, cultural e política que ensejam a busca de um crescimento alométrico. Não obstante, a aplicação de tais princípios na construção de outros estilos de desenvolvimento rural e tipos de agriculturas mais sustentáveis requer a adoção de novas bases éticas na relação entre os seres humanos e destes com respeito às demais espécies e para com o meio ambiente. Uma ética ambiental.

Pensar em sustentabilidade, tomando em conta os cinco axiomas antes enunciados, tem por base não só a necessidade de uma solidariedade intrageracional, senão que requer decisões que influam nas possibilidades de vida digna para as futuras gerações, sem as quais não se sustenta nenhum discurso sobre sustentabilidade.

Ao propor-se como uma transdisciplina, a Agroecologia não só trata de novas técnicas, muito mais exigentes em termos de conhecimentos, senão que deve exercitar novos métodos que permitam uma abordagem integral para o desenho e manejo de agroecossistemas mais sustentáveis, ou seja, uma metodologia que inclua os diferentes atores envolvidos na busca de soluções para os problemas reais da sustentabilidade socioambiental. Uma vez que a busca de mais sustentabilidade na agricultura e no desenvolvimento rural não é apenas uma questão de substituição de insumos, a Agroecologia adota procedimentos metodológicos que rompem com os métodos convencionais da ciência cartesiana, pois como ensina Morin (2000):

“... os problemas essenciais nunca

são parcelados (...) e a cultura científica e técnica disciplinar parcela, desune e compartimenta os saberes, tornando cada vez mais difícil sua contextualização (...) o recorte das disciplinas impossibilita apreender o que está tecido junto, o sentido original do termo, o complexo. O conhecimento especializado é uma forma particular de abstração. A especialização abs-trai, em outras palavras, extrai um objeto de seu contexto e de seu conjunto, rejeita os laços e as intercomunicações com seu meio, introduz o objeto no setor conceitual abstrato que é o da disciplina compartimentada, cujas fronteiras fragmentam arbitrariamente a sistematicidade (relação da parte com o todo) e a multidimensionalidade dos fenômenos; conduz à abstração matemática que opera de si própria uma cisão com o concreto, privilegiando tudo que é calculável e passível de ser formalizado.” (MORIN, 2000)

Portanto, se admitimos os cinco axiomas de Heiberg, é possível que somente um novo paradigma com base na Agroecologia possa dar as supostas respostas necessárias em relação ao campo do desenvolvimento rural e agrícola.

### Referências Bibliográficas

- ALTIERI, M. A. **Agroecology: the scientific basis of alternative agricultura**. Boulder: Westview press, 1987. 247p.
- ALTIERI, M. A. (ed.). **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA: FASE, 1989. 237p.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª edição, revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Expressão Popular; AS-PTA, 2012. 400p.
- Associação Nacional de Difusão de Adubos – ANDA. **O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais**. Disponível em <http://www.evef.com.br/artigos-e-noticias/agronegocio/338-o-mercado-de-fertilizantes-no-brasil-e-as-influencias-mundiais> Acesso: 23/05/2015.
- BAYON, D.; FLIPO, F.; SCHNEIDER, F. **Decrecimiento: 10 preguntas para comprenderlo y debatirlo**. Barcelona: El Viejo Topo, 2011. 236p.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Relatório Executivo – GT Fertilizantes**, Brasília: Ministério de Minas e Energia, setembro - 2008. 31 p.
- BRASIL, Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação –

- MCTI. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2013. 80p.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004. 24p.
- CAPORAL, F. R. et al. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. In: CONTIN, I. L.; PIES, N.; CECCONELLO, R. (Org.). **Agricultura familiar: caminhos e transições**. Passo Fundo: IFIBE, 2006. p. 174-208. (Praxis, 5)
- CAPORAL, F. R. (org.) **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília: MDA, 2009. 109p.
- DIAMOND, J. **COLAPSO: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. Rio de Janeiro: Record, 2006. 685p.
- DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: Uma Visão Global Sintética**. Rio de Janeiro: BNDES 2006. p. 97-138. (Setorial nº 24, set.)
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la Agricultura y la Alimentación: como gestionar los sistemas en peligro**. Roma: FAO, 2011. 50p. (Resumo)
- GEORGESCU-ROEGEN, N. **La Ley de la Entropía y el proceso económico**. Madrid: Argentario/Visor, 1996. 545p.
- GLIESSMAN, S. R. (Ed.). **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. New York: Springer-Verlag, 1990. 380p.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. **Las experiencias agroecológicas en el desarrollo rural sostenible. La necesidad de una agroecología política**. Materiales de trabajo del Programa Interuniversitario Oficial de Posgrado “Agroecología: Un enfoque sustentable de la agricultura ecológica”. Baeza-Es: Universidad Internacional de Andalucía, 2002. 15p.
- GUZMÁN CASADO, G. et al. (Coord.). **Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 535p.
- HEINBERG, R. **Cinco axiomas da sustentabilidade**. (Tradução de MJS), 12/03/2007. Disponível em: <http://www.globalpublicmedia.com/articles/851>. Acesso em: 21 de julho de 2013. 10p. [Original publicado em MuseLetter #178. February, 2007. Disponível em: <http://richardheinberg.com/178-five-axioms-of-sustainability> Acesso em: 08/12/2016.]
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 6ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1987. 64p.
- LATOUCHE, S. **La apuesta por el decrecimiento. ¿Como salir del imaginário dominante?** Barcelona: ICARIA, 2008. 277p.
- MÉNDEZ, V. E.; GLIESSMAN, S. R. Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latino-americano. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, n. 64, p.5-16, 2002.
- MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez/Ed. UNESCO, 2000. 130p.
- NORGAARD, R. B.; SIKOR, T. O. 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.
- OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico. **Melhorar a gestão da água: Experiência recente da OCDE** (Síntese – Tradução ao Português). Paris: OCDE, 2003. Disponível em: [www.oecd.org/bookshop/](http://www.oecd.org/bookshop/) Acesso dia: 17/01/2013.
- RUIZ-ROSADO, O. Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplinar. **Interciência**, v.31, n.2, p.140-145, 2006.
- SEVILLA GUZMÁN, E. El marco teórico de la Agroecología. In: **Materiales de trabajo del curso Agroecología y Conocimiento Local**. Programa de Doctorado Agroecología, Campesinado e Historia. Córdoba-ES: Universidad de Córdoba. 1995. p. 3-28.
- SEVILLA GUZMÁN, E.; ALONSO MIELGO, A. Sobre el discurso ecotecnocrático del desarrollo sostenible para los ricos y la respuesta agroecológica. In: **Materiales de trabajo del curso Agroecología y Conocimiento Local**. Programa de Doctorado Agroecología, Campesinado e Historia. Córdoba-ES: Universidad de Córdoba. 1995. p.70-140.
- SEVILLA GUZMÁN, E. et al. **Canales cortos de comercialización alimentaria en Andalucía**. Sevilla: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia e Igualdad, Junta de Andalucía, 2012. 168p.
- SMITH, L. C. **O Mundo em 2050: como a demografia, a demanda de recursos naturais, a globalização, a mudança climática e a tecnologia moldarão o futuro**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 274p.