

PASTA: 52

COPIAS: 11

R\$: 1,65

Aula 7 4

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento : novos desafios para a pesquisa ambiental / Paulo Freire Vieira e Jacques Weber (organizadores) ; | tradução Anne Sophie de Pontbriand-Vieira, Christilla de Lassus |. - 3. ed. - São Paulo, Cortez, 2002 - (Desenvolvimento, meio ambiente e sociedade).

Vários autores.
ISBN 85-249-0633-2

1. Ambientalismo 2. Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais 3. Desenvolvimento sustentável 4. Recursos naturais renováveis I. Vieira, Paulo Freire. II. Weber, Jacques

97-0140

CDD-304.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Desenvolvimento e meio ambiente : Sociologia 304.2
2. Ecodesenvolvimento : Sociologia 304.2
3. Recursos naturais renováveis e desenvolvimento : Sociologia 304.2

Vieira

Paulo Freire Vieira • Jacques Weber
Organizadores

11/08

Nº da 11

Total de cópias: 11

Aula 07 (27/08)

GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS E DESENVOLVIMENTO

Novos desafios para
a pesquisa ambiental

3ª edição

[V. 5] Programa Népal

3. *Les collines du Népal central: écosystèmes, structures sociales et systèmes agraires*. Obra coletiva dirigida por Jean-François Dobremez, Paris: INRA, 1986, 2 t.: 182 + 190 p. (Coll. Ecologie et Aménagement Rural; t. 1: Paysages et sociétés dans les collines du Népal; t. 2: Milieux et activités dans un village népalais.)

[V. 17] Programa Noyonnais

4. SEBILLOTTE, M. (ed.) (1989). *Fertilité et système de production*. Paris: INRA 369 p. (Coll. Ecologie et Aménagement Rural).

[V. 18] Programa Montpelliérans

1. LE COZ, J. (1985). Evolution d'une zone rurale marginalisée: les Garrigues du Montpelliérans, In: *Actes du Colloque "Recherches sur l'environnement rural: bilan et perspective"*, Paris, 8-9-10 nov. 1983. Paris: CNRS-PIREN, fév. 254 p. p.96-122. Mimeo.
2. GROUPE de Recherche Interdisciplinaire de Montpellier. (1985). *Etude écologique, sociologique et économique d'une zone méditerranéenne médiane: Les garrigues du Montpelliérans*; de la marginalisation à la périurbanisation. Montpellier: CNRS-PIREN, 186 p.
3. REPARAZ, A. de (1986). Une étude interdisciplinaire des garrigues du Montpelliérans. In: *Méditerranée*, n. 3, p. 73-4.

[V. 22] Programa Durance

1. NANCY, G. (1986). *Rapport d'activité scientifique du Programme PIREN/DURANCE*. Les Milles, Université d'Aix-Marseille II, Faculté des sciences économiques, Centre de Recherche sur les dynamiques et politiques économiques et l'économie des ressources, fév. Mimeo.

[V. 23] Programa Vallée de la Plaine

5. COUJARD, J. -L. (s. d.). *Histoire du système productif de la Vallée de la Plaine et problèmes épistémologiques liés à l'étude pluridisciplinaire d'un espace concret*. Nancy: ENSAIA. 26 p. Mimeo.

[V. 30] Programa Paimpont

1. TREHEN, P. (1985). Interface forêt-agrosystème: le Pays de Paimpont. In: *Actes du Colloque "Recherches sur l'environnement rural: bilan et perspective"*, Paris, 8-9-10 nov. 1983. Paris: CNRS-PIREN, fév. 254 p. p.195-204. Mimeo.

[V. 34] Programa Cévennes

1. UNIVERSITÉ des Sciences Sociales de Grenoble; IREP, CNEEA. (1973-1974). *L'Interdépendance des systèmes écologiques et des systèmes d'activités économiques: essai à propos de la Lozère et des Cévennes*, Grenoble, 3 t.: t. I. Bel, François (1974), *Analyse et méthode*, Grenoble, mars, 89 p.; t. II: Appert, Olivier (1973), *Le modèle Pepert*, Grenoble, déc., 84p.; t. III: Pernet, François (1973), *Résultats du modèle*, Grenoble, déc., 61 p.

SIMULAÇÕES E GESTÃO DE RECURSOS RENOVÁVEIS

François Bousquet, Martine Antona e Jacques Weber

As relações entre o homem e os recursos naturais renováveis que ele explora constituem o cerne dos problemas ambientais. Para melhor compreender de que maneira as dinâmicas sociais e ecológicas se interrelacionam, pesquisadores associados às diferentes disciplinas científicas tentam geralmente compor equipes pluridisciplinares. Os diferentes tipos de conhecimento monodisciplinar devem ser então confrontados e discutidos, visando a constituição de um conjunto coerente. Esta aspiração de coerência é exigida quando se considera que a pesquisa deve desempenhar também uma função de aconselhamento aos atores que intervêm nos processos de tomada de decisão política (gestores, decisores, organizações da sociedade civil). Na confrontação dos problemas de gestão dos ecossistemas constata-se, além disso, a existência de uma grande pluralidade de atores implicados. Na maior parte dos casos, suas representações cognitivas do processo de gestão são diferenciadas, e isto acaba gerando um conjunto heterogêneo de propostas concretas de regulação.

A modelização constitui um procedimento que pode, por um lado, catalizar a busca de integração dos diversos tipos de conhecimento monodisciplinar e, por outro, configurar um terreno (laboratório) artificial onde podem ser expressos e submetidos à crítica esses diversos pontos de vista sobre o perfil desejável de um sistema de gestão e sobre as medidas correspondentes de ação ordenadora em contextos específicos.

Partindo desses pressupostos, buscamos inicialmente, no presente texto, caracterizar aqueles métodos de construção de modelos que nos parecem melhor adaptados ao desafio envolvido na simulação das interações homens-recursos no âmbito de um dado ecossistema. Tentamos delinear também

alguns dos problemas mais instigantes suscitados pelo esforço de modelização dos diferentes pontos de vista expressos por uma equipe de gestores no contexto da análise de um ecossistema complexo — tomando como exemplo o setor da pesca. Num segundo momento, procuramos focalizar alguns dos desafios epistemológicos colocados pelo problema de como efetuar a passagem do mundo artificial (virtual), representado no modelo, ao mundo real. Com base nessa argumentação, apresentamos finalmente alguns dos principais eixos estratégicos de pesquisa que estão sendo promovidos no âmbito de nossa equipe interdisciplinar de pesquisas sobre “Gestão de Recursos Renováveis, Meio Ambiente” (GREEN), sediada no CIRAD, em Paris.

I. Modelização e Simulação

Selecionamos três palavras-chave para a apresentação da bibliografia que vem sendo acumulada no domínio da modelização de problemas ambientais: *relações homens-recursos, pluridisciplinaridade e complexidade*.

1.1. Modelização homens-recursos

A modelização das interações homens-recursos constitui um domínio muito amplo de pesquisas, implicando a utilização dos mais variados instrumentos de análise: programação linear e não-linear, teoria dos jogos, linguagens de simulação etc. (Meyer, 1983). Na prática, os pesquisadores têm abordado este problema da perspectiva de um esforço de modelização que contempla tanto os recursos que estão sendo analisados, quanto o próprio sistema de exploração dos mesmos. Num momento posterior, os modelos são testados e aperfeiçoados. Quando os autores praticam a modelização da dinâmica dos recursos, a atividade antrópica é considerada uma perturbação, cujos impactos passam a ser avaliados. No caso da modelização realizada da perspectiva da análise social, a dinâmica dos recursos e sua variabilidade são assumidas como coações (Sabatier et al., 1991; Chénau-Loquay & Matarasso, 1991). Os modelos bioeconômicos (Clark, 1989), utilizados na maioria dos casos no campo da gestão das atividades pesqueiras, partem do pressuposto de que existiria uma relação de equilíbrio entre exploração e recursos, mas as hipóteses que os sustentam, em particular aquela ligada às condições reais de equilíbrio, têm sido muito criticadas (Revéret, 1989).

1.2. Modelização e pluridisciplinaridade

Se inúmeras disciplinas conseguiram desenvolver, ou mesmo codificar, um procedimento prático de modelização, a arte da modelização interdisciplinar encontra-se ainda num estágio embrionário (Godard & Legay, 1992). Olivier Godard (1992) propõe, nesse sentido, que as práticas interdisciplinares sejam focalizadas e entendidas a partir de seis figuras estratégicas ideais. Uma dentre elas apresenta um interesse especial para a argumentação desenvolvida no presente trabalho: trata-se da “perspectiva de integração que opera recorrendo a uma metalinguagem teórica unificada, a exemplo daquela oferecida pela teoria dos sistemas”.

Certos autores, à luz de suas próprias experiências (Uvietta, 1989; Chaib et al., 1990) ou tomando por base uma síntese mais geral dos programas pluridisciplinares sobre o meio ambiente que vêm sendo desenvolvidos na França (Godard & Legay, 1992), enfatizam os obstáculos, talvez intransponíveis, que se colocam aos analistas interessados na articulação de um grande modelo integrador, capaz de assumir progressivamente a representação de todos os tipos de conhecimento. Tais autores, em seu conjunto, consideram todavia que o procedimento de modelização, especialmente na fase de criação do modelo conceitual, ou na fase da decomposição do sistema, constitui um veículo extremamente valioso para que seja assegurada uma comunicação efetiva entre as diferentes disciplinas envolvidas. Nesse sentido, a modelização acompanha a pesquisa: trata-se de uma démarche comunicativa, que busca facilitar a compreensão de interdependências e a colocação de questões pertinentes num contexto de busca de integração interdisciplinar.

1.3. Modelização de um sistema complexo

Ao considerarmos um ecossistema submetido à ação antrópica como um objeto complexo, passamos a fazer parte de uma corrente de pensamento científico densa e muito produtiva, dispondo assim de um modelo de análise teórica e de recursos metodológicos correspondentes.

Deste ponto de vista, um objeto é considerado complexo se pudermos analisá-lo da perspectiva de um conjunto organizado de elementos em interação. No tratamento da noção de complexidade, optamos por representar os diferentes indivíduos envolvidos e suas interações no âmbito de uma preocupação primordial pelo entendimento da gênese do fenômeno da organização.

II. Problemática

Com esta *démarche*, portanto, concentramos o foco de nossas atenções no exame das relações que se estabelecem entre um nível local e um nível global. Além disso, colocamos em destaque o argumento que tenta assinalar o caráter construído do conhecimento científico sobre o funcionamento dos ecossistemas: não é o ecossistema em si mesmo que pretendemos modelizar, mas o ecossistema visto por diferentes pontos de vista.

2.1. Escolha de um método ascendente

A teoria das estruturas dissipativas nos oferece subsídios para o estudo dos fenômenos de organização num sentido ascendente. “De maneira geral, as estruturas dissipativas correspondem à emergência, aparentemente espontânea, de uma ordem, isto é, de uma morfologia espacial ou temporal, no âmbito de um sistema constituído por um grande número de entidades atômicas, submetidas a coações externas particulares” (Boutot, 1993). Este problema (de “emergência”) é compartilhado por todas as disciplinas associadas ao campo sócio-ambiental: em ecologia, isto significa especificar a passagem do nível individual ao nível da população e, em seguida, ao nível da comunidade; em ciências sociais, a passagem do nível do indivíduo ao nível da sociedade; e, para ambas, o desafio consiste em se passar do nível individual ao nível do ecossistema submetido à ação antrópica. Investigar um objeto complexo desta perspectiva equivale, assim, a tentar compreender como as interações entre indivíduos no nível inferior podem chegar a criar um padrão reconhecível de organização no nível superior. O funcionamento do ecossistema, tal como podemos observá-lo, resulta de um processo de interação que envolve diferentes elementos. Contrariamente ao estudo probabilista das diferentes combinações moleculares possíveis (termodinâmica, física estatística), no enfoque de um ecossistema esses elementos (biotopo, peixes, agentes econômicos etc.) não formam redes homogêneas, nem se associam de maneira aleatória. De forma fragmentada, os pesquisadores oferecem indicações sobre os padrões de organização encontrados nos níveis locais. De que forma tais organizações chegam a se juntar e sob que condições emerge, no nível superior, um padrão de organização geral que outros pesquisadores podem observar na realidade? Eis a questão colocada quando se tenta adotar uma *démarche* ascendente ou *bottom-up*.

2.2. Diferentes construções da realidade

Na opinião de LeMoigne (1989),

a modelização sistêmica nos convida a recusar a disjunção entre o objeto, capaz de ser modelizado objetivamente, independentemente do sujeito, que se arrisca a introduzir uma subjetividade involuntária, que viria poluir a hipotética objetividade do modelo estabelecido analiticamente. A modelização sistêmica postula que a ação modelizadora não é separável da ação do modelizador.

O modelizador (o agente que constrói para si mesmo uma representação do problema) oferece um ponto de vista.

Através deste enfoque (em termos de modelos), renuncia-se ao conceito de lei naquilo que ele tem de absoluto. Abandonando toda pretensão de exprimir a essência da realidade, colocamos um princípio de pluralidade de construções possíveis, visando representar e compreender um objeto real. Um conhecimento puro, não mediatizado, do mundo passa a ser reconhecido como inacessível (Godard & Legay, 1992).

Em decorrência, a meta de nosso trabalho consiste em examinar as relações de coerência existentes entre diferentes construções dessa realidade. Tais construções podem ser propostas por diversos tipos de usuários, de cientistas associados a diferentes disciplinas, ou de diferentes paradigmas no âmbito das atuais disciplinas científicas. Em termos do nosso método de “simulações multi-agentes”, a preocupação central recai no aperfeiçoamento de instrumentos de modelização que nos permitam viabilizar o enfoque ascendente, levando-se em consideração de maneira explícita a intervenção de observadores do mundo real.

III. O Método de Simulações Multi-agentes (SMA)

Considerando que os enfoques centrados nas transferências de escalas (Auger, 1993; O'Neill, 1989; Frontier, 1991), e baseados na modelização matemática, não se encontravam capacitados a responder diretamente ao problema colocado pela multiplicidade de pontos de vista, passamos a nos interessar progressivamente pelas novas correntes de modelização informatizada, cujos princípios pareciam corresponder melhor às características do nosso enfoque: redes de autômatos, redes de neurônios e Inteligência Artificial Distribuída (Intelligence Artificielle Distribuée/IAD). Se as duas

primeiras dessas correntes representam as interações entre populações de indivíduos idênticos, a IAD nos permite representar as relações que se estabelecem entre indivíduos muito diferentes. Optamos assim por esta última.

A IAD interessa-se pela resolução de problemas no contexto de comunidades de agentes que dispõem de pontos de vista diferentes acerca desses problemas e que detêm conhecimentos setorializados. Fala-se assim de sistemas multi-agentes. No domínio da informática,

denominamos agente uma entidade real ou abstrata que se torna capaz de agir sobre ela mesma e sobre seu meio ambiente, que dispõe de uma representação parcial deste ambiente, que num universo multi-agentes pode se comunicar com outros agentes, e cujo comportamento constitui a consequência de suas observações, de seu conhecimento e de suas interações com os outros agentes (Ferber & Ghallab, 1988).

Os conhecimentos são expressos individualmente e assumem um perfil local. As pesquisas no domínio das simulações multi-agentes propõem diferentes protocolos de comunicação entre agentes. Torna-se assim possível focalizar o caso de agentes simples, que se comunicam diretamente entre si através de mensagens: esta técnica é geralmente utilizada para se criar ecossistemas artificiais, cujo comportamento é simulado — às vezes o termo “vida artificial” é empregado. Trata-se de um procedimento de modelização ascendente. Mas podemos também nos interessar pela investigação de agentes mais complicados, que dispõem, cada um deles, de uma competência parcial sobre aspectos específicos de um problema comum. Tentamos então fazer com que eles colaborem entre si, tendo em vista a resolução do problema global. A arquitetura correspondente, denominada “quadro-negro” (*black-board*), costuma ser geralmente utilizada para se criar sistemas denominados *multi-experts*.

IV. Um Simulador

Elaboramos uma arquitetura de simulação destinada a gerar universos artificiais observados através de diferentes pontos de vista. Este simulador compõe-se de três partes (figura 1):

- Um *mundo artificial*, no qual podemos representar diferentes agentes, correspondendo ao mundo que está sendo examinado (pescadores, peixes, agricultores, pecuaristas, vacas, carneiros, mercados, árvores etc.). Esses

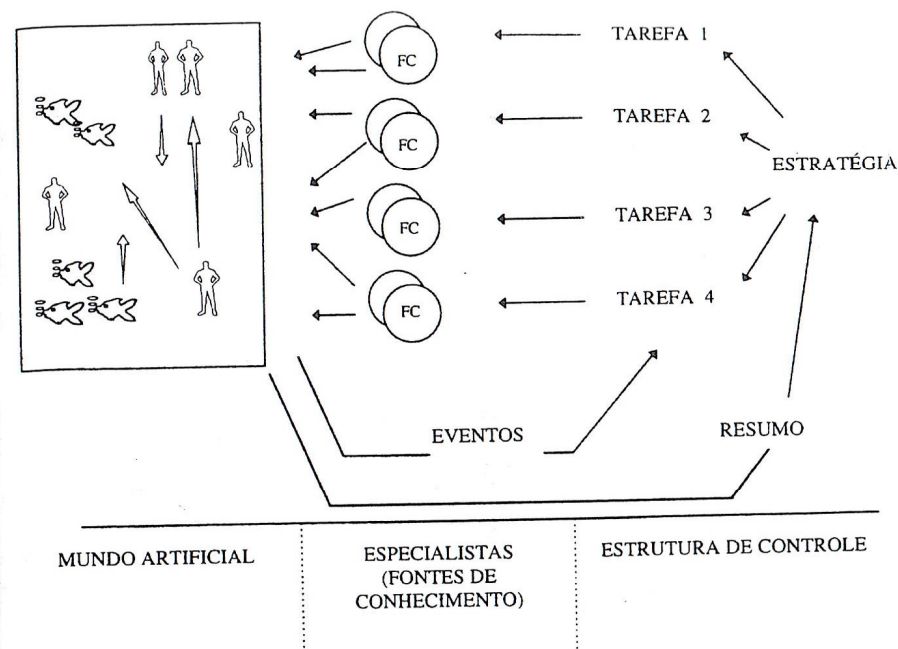


Figura 1: Arquitetura do simulador

agentes podem interagir no tempo, observando-se então, de uma perspectiva global, o funcionamento do sistema.

- *Diferentes pontos de vista*, que constituem, entre outras coisas, conhecimentos sobre o funcionamento do mundo artificial. Tais formas de conhecimento, denominadas “especialistas”, são escritas sob a forma de regras de produção.

- Uma *estrutura de controle*, que permite a gestão do trabalho de simulação. Informada sobre certos eventos que acontecem no mundo artificial, a estrutura de controle faz apelo à competência técnica (*expertise*) dos especialistas envolvidos. Estes modificam o mundo artificial, modificação esta, por sua vez, que pode provocar reações, constituindo novos eventos a serem considerados pela estrutura de controle, e assim por diante.

Esse gerador de simulações foi programado com base na linguagem objeto Smalltalk, sobre estação Sun.

V. Uma Aplicação: a Pesca Artesanal

O exemplo de aplicação que apresentamos a seguir concerne à pesca que vem sendo praticada no delta central do rio Niger, no Mali. Para se compreender as razões da crise experimentada há vários anos por esta região, uma equipe pluridisciplinar composta de economistas, demógrafos, antropólogos, especialistas em pesca e ecólogos passa a investigar a natureza das interações ali instituídas entre homens e recursos naturais. A maior parte das pesquisas realizadas no âmbito desta equipe ajusta-se a uma metodologia que visa caracterizar as mudanças que exprimem a evolução histórica da região. Trata-se do estudo das mudanças climáticas (seca), das mudanças sociais que acompanham as evoluções das políticas coloniais ou nacionais, e das mudanças técnicas que oportunizam o uso de novos materiais e novos tipos de equipamentos mecânicos.

Visando examinar as respostas oferecidas pelo ecossistema local ao conjunto dessas mudanças, passamos a efetuar uma série de simulações que dizem respeito, todas elas, a uma intensificação da exploração dos recursos pesqueiros. Apresentamos abaixo os resultados de algumas delas.

5.1. A simulação da pesca

Os agentes do mundo artificial

Na medida em que a descrição de todos os objetos do mundo artificial implicaria a consulta exaustiva a uma longa lista, vamos nos restringir à apresentação sucinta de apenas três tipos de agentes:

- Os *biotopos*: nosso mundo artificial é composto de quatro biotopos, que representam dois braços de rio e duas zonas inundáveis. Cada um desses ambientes constitui uma fonte de alimentos para as populações de peixes. Nas planícies pode ser encontrado um bom volume de alimentos durante as cheias, mas nos períodos de estiagem esta disponibilidade reduz-se bastante. O mesmo ciclo pode ser observado se considerarmos o caso do rio, mas a amplitude torna-se aqui mais atenuada.

- Os *grupos de peixes*: nós representamos os grupos de peixes que morrem, que se desenvolvem, que se reproduzem e que migram entre os diversos ambientes, obedecendo a diferentes perfis. Conseguimos simular a vida artificial de três espécies de peixes. A espécie A, de pequeno porte, reproduz-se durante as cheias e libera grandes quantidades de ovos. A espécie

C, de maior porte, apresenta um comportamento oportunista tanto em relação à reprodução quanto à migração. Além disso, a espécie A e a espécie C encontram-se em regime de competição parcial para a obtenção de alimento. Finalmente, a espécie B constitui um predador, que produz ovos maiores durante as cheias e migra de maneira oportunista.

- Os *pescadores*: os agentes que nós representamos possuem equipamentos e estão, além disso, em condições de comprar equipamentos suplementares e de vender os produtos da pesca. Quatro tipos de equipamentos capazes de permitir diferentes tipos de captura, em função das características dos ambientes e das mudanças climáticas, encontram-se à venda, a preços diferenciados. Neste modelo simplificado, todos os preços são fixos. Os processos de tomada de decisão envolvendo os pescadores foram simulados em quatro fases:

- a. na primeira, o pescador *constrói* as diferentes atividades imagináveis (pares locais-equipamentos);

- b. na segunda, o pescador *percebe*: ele acumula informações sobre essas atividades e apela para sua *memória*, visando estabelecer um processo de *comunicação*, por meio do qual são intercambiadas informações com outros agentes;

- c. na terceira, o pescador *escolhe* uma atividade, a partir de regras pré-estabelecidas; e finalmente

- d. na quarta, o pescador *age*: ele compra, pesca, transporta o pescado, memoriza os resultados, vende etc.

Os especialistas e a estrutura de controle

Os especialistas contêm as regras que exprimem os conhecimentos disponíveis sobre o funcionamento do mundo artificial. Eles são agrupados por tarefas. Uma tarefa relaciona-se à instauração do procedimento de simulação ecológica e três outras dizem respeito ao processo de tomada de decisão; uma tarefa corresponde à fase de construção-percepção, outra à fase de escolha e uma última à fase de ação.

A estrutura de controle permite o teste do funcionamento do mundo artificial a partir de diferentes hipóteses de trabalho.

5.2. Experiências

As rodadas de simulação foram conduzidas, como assinalamos acima, pressupondo-se o tema da intensificação das explorações pesqueiras. Qual

seria a resposta de um ecossistema face ao aumento do estresse provocado pela pesca? Decidimos simular um aumento do número de pescadores, sendo que cada um deles disporia de uma capacidade de escolha em função das condições de pesca que encontra à sua volta. O aumento linear do número de pescadores não significa portanto um aumento linear do esforço de pesca. A unidade de tempo escolhida para as simulações foi a semana. No início de cada rodada, pressupomos a presença de 10 pescadores. A cada ano, passamos a agregar ao conjunto mais três elementos (figura 2).

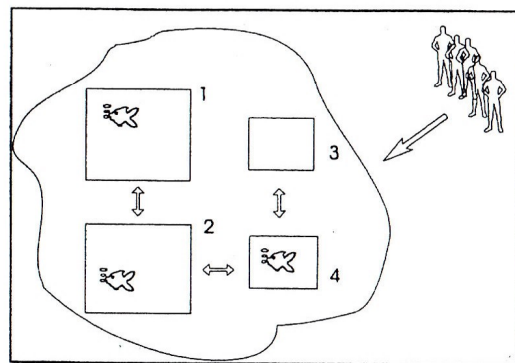


Figura 2: Esquema das experiências apresentadas

HIPÓTESES:

1ª) ACESSO LIVRE E RACIONALIDADE ECONÔMICA

2ª) DOIS GRUPOS: REPARTIÇÃO DOS ESPAÇOS NO TEMPO E APROPRIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

3ª) ACESSO LIMITADO AOS MEIOS 3 E 4

Comparamos então os resultados obtidos através do teste de três hipóteses diferentes:

- Acesso socialmente controlado. Havíamos simulado um sistema no qual a população foi separada em dois grupos, que não dispõem das mesmas regras de acesso aos recursos disponíveis. A um dos grupos não é facultado o acesso aos biotopos de tipo "planície". O outro não usufrui do acesso ao rio por ocasião da fase de estiagem.

- Acesso totalmente livre. Neste caso, a capacidade de investimento determina o acesso diferenciado ao recurso.

- Reservas de pesca. Aqui, os biotopos 3 e 4 não podem receber mais do que cinco pescadores a cada vez. Desde que a ocupação desses biotopos atinja este limite, os demais pescadores devem procurar outras áreas.

5.3. Resultados

Vários critérios foram adotados visando estabelecer comparações entre as diversas rodadas de simulação (figura 3):

- As capturas. A duração de vida da área de pesca torna-se mais longa no caso das simulações que pressupõem um acesso socialmente controlado, relativamente a uma forma totalmente livre de acesso. Quanto às simulações das reservas de pesca, elas indicam capturas duráveis e caracterizadas por elevados índices de produtividade.

- A composição específica das capturas. No caso das simulações que pressupõem um acesso socialmente regrado, a pesca direciona-se majoritariamente para a espécie A. As simulações baseadas no regime de acesso livre apresentam resultados menos homogêneos: explora-se inicialmente a espécie A, e em seguida as atividades de pesca podem se extinguir com esta espécie ou então se direcionar no sentido da exploração de outra espécie. No caso das simulações das reservas de pesca, após um período de exploração intensa da espécie A, e de uma queda da presença desta espécie nas capturas, assiste-se à aparição da espécie C.

- As rendas auferidas pelas famílias de pescadores. Elas são homogêneas no caso da simulação baseada no regime de acesso livre. No caso de acesso socialmente regulado, todavia, os dois grupos G1 e G2 passam a se separar de maneira bastante nítida. No caso dos sistemas baseados em reservas de pesca, pressupondo-se a modalidade de acesso aleatório, pode ser observada uma ligeira heterogeneidade das trajetórias.

Essas simulações foram reproduzidas várias vezes, objetivando-se verificar a consistência dos resultados alcançados.

5.4. Interpretação

A interpretação integral desses resultados exigiria longas discussões. A seguir oferecemos apenas uma síntese de alguns pontos importantes.

Pressupondo-se a vigência de um regime de acesso totalmente livre, os pescadores começam por se enriquecer e passam a adquirir equipamentos mais eficientes de pesca. Nesse caso, eles tendem preferencialmente a pescar a espécie A, considerada mais acessível que as outras. Por seu turno, as outras espécies sobrevivem e podem se tornar, em seguida, objetos de um novo e importante esforço de pesca.

A partir do momento em que surgem regras que condicionam o acesso ao espaço, certos momentos-chave da dinâmica da espécie A tornam-se

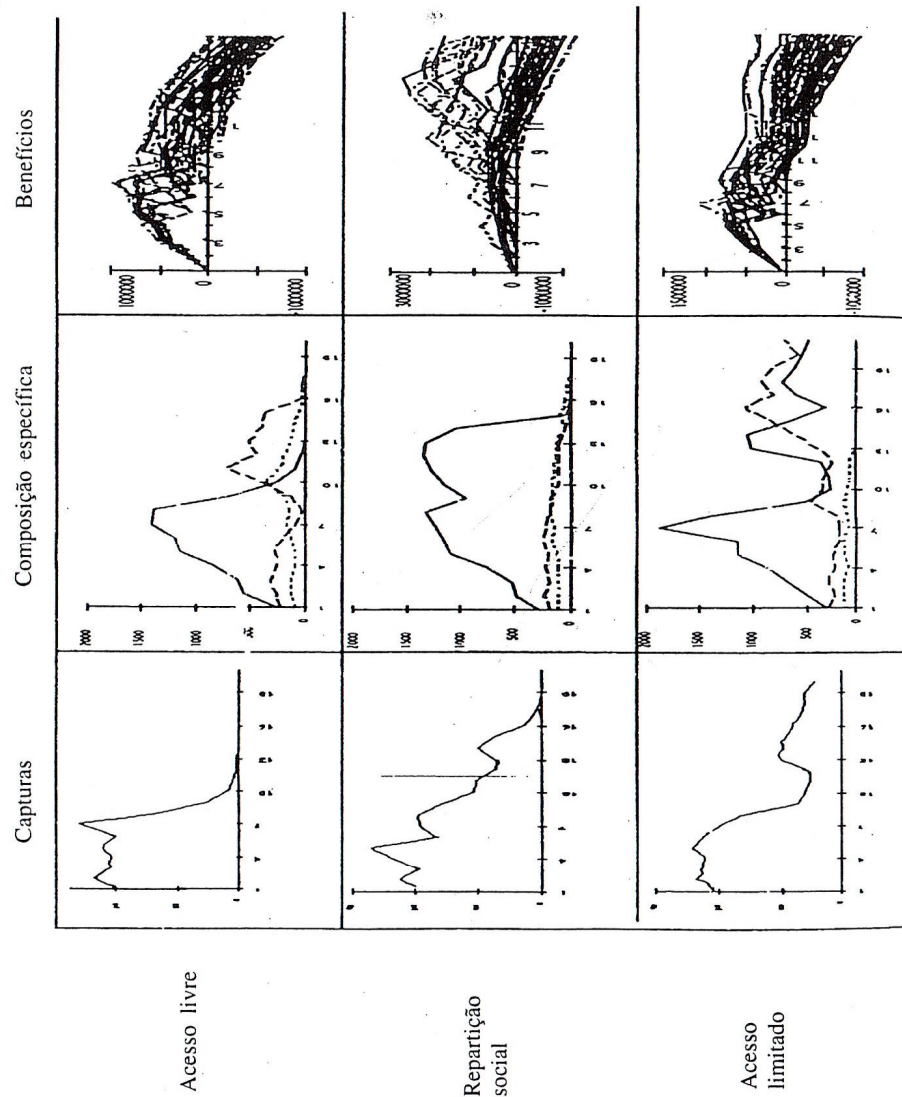


Figura 3: Comparação dos resultados. Na abscissa das curvas figura o tempo. Para os grafos relativos à composição específica: em negro figura a espécie A, em linha pontilhada a espécie B e em linhas interrompidas a espécie C. Para a indicação dos benefícios, cada curva representa a trajetória de um pescador.

protegidos: nem todos os pescadores podem pescar durante a fase de estiagem, momento em que os peixes estão concentrados. Em consequência, a espécie A sobrevive até o final da relação homens-recursos, e as atividades de pesca chegam a ser mais duradouras. Pouco a pouco, as diferenças de acesso ao recurso em pauta provocam diferenças de renda entre as famílias de pescadores.

No caso das reservas de pesca, o processo tem início de forma similar àquele observado no regime de livre acesso. Os pescadores começam a esgotar as reservas oferecidas pelo meio. Mas na medida em que estão protegidos, os ambientes sustentam a dinâmica do sistema. Seria interessante constatar, porém, que este mecanismo pode provocar mudanças na composição específica das reservas.

Com base em nossa modelização do mercado, em todos os casos foi possível registrar a tendência no sentido do empobrecimento generalizado da população de pescadores. As diferenciações de acesso ao espaço e de apropriação de equipamentos de pesca reduzem o ritmo de empobrecimento generalizado, mas provocam uma heterogeneidade maior das rendas em situação de "crise avançada".

5.5. Coerência face ao real

Essas rodadas de simulação são realizadas a partir da consideração de sistemas muito simplificados: "mundos artificiais". Entretanto, se nos apoiarmos nos resultados assim obtidos, poderemos nos interrogar sobre as condições de emergência desses fenômenos e transpor certos temas de discussão para a realidade investigada. As simulações mostram principalmente que as pressões de pesca por ocasião da estiagem desempenham um papel importante nas relações que os homens estabelecem com os recursos naturais. Elas mostram também que a evolução da composição específica das capturas não pode ser separada dos processos de tomada de decisão dos pescadores (dos diferentes tipos de acesso ao recurso em pauta). Torna-se possível comparar esses resultados qualitativos com fenômenos observados na realidade. Por exemplo, quando observamos as curvas de composição específica das capturas no delta central do rio Niger nos últimos vinte anos, emergem, por ocasião das fases de seca prolongada, modificações na composição específica que podem implicar tanto seu desaparecimento, no espaço de dois ou três anos, quanto o transpasse de um limiar de irreversibilidade. Passamos então a considerar de que maneira a fragmentação do espaço e a heterogeneidade do acesso ao recurso podem em princípio favorecer a resistência do recurso à intensificação do esforço de pesca. Esta discussão

desemboca naturalmente na problemática da gestão dos recursos naturais renováveis: proteção do recurso durante a estiagem, preservação da heterogeneidade do meio ambiente e das modalidades de acesso. De um ponto de vista social, se pretendermos controlar o acesso a certos ambientes, podemos simular diferentes processos de partilha deste acesso, em função de objetivos diferenciados: por exemplo, rentabilizar a atividade de algumas pessoas, limitar a diferenciação econômica, assegurar um nível mínimo de renda ao conjunto da comunidade de pescadores etc.

VI. Percepções do Real e Existência do Artificial

Nosso trabalho enquadra-se numa tradição de pensamento segundo a qual a pesquisa oferece um ponto de vista sobre o mundo observado. Este ponto de vista constitui uma construção ao mesmo tempo disciplinar e individual: por um lado, a descrição do real feita por uma dada tradição disciplinar resulta da utilização de um certo número de "instrumentos de pensamento" (teorias e modelos); e, por outro, o emprego desses instrumentos nos remete a uma trajetória particular do pesquisador no real que ele pretende descrever. A pesquisa sobre uma realidade observada da perspectiva de várias disciplinas e vários indivíduos consiste em se buscar as coerências possíveis entre os diferentes objetos de pensamento. "A validação dos conhecimentos não pode repousar sobre verdades, mas apenas sobre a coerência estabelecida entre todos os conhecimentos adquiridos" (Tabary, 1991). Neste contexto, podemos citar também Legay (1986): "no estudo dos sistemas complexos, o progresso dos nossos conhecimentos não é feito através de evidências sucessivas, mas sim de coerências encontradas entre os conjuntos de resultados oriundos de diferentes fontes". A confrontação dos modelos permite, entre outras coisas, o exame dessas coerências possíveis, permitindo-nos assim justificar a utilidade potencial dos universos artificiais.

No caso de um sistema multi-agentes, trata-se de gerar um pequeno bocal de vie, onde interagem componentes que são "palpáveis", observáveis, e no qual podemos identificar um certo número de fenômenos. O princípio fundamental consiste, portanto, em oferecer um "terreno virtual de experimentação", sobre o qual, num primeiro momento, os objetos de pensamento próprios a cada disciplina científica podem ser construídos, para que, num segundo momento, as operações realizadas sobre esses objetos possam ser colocadas em paralelo com outras operações feitas sobre outros objetos. A comparação é efetuada por meio de indicadores que caracterizam a evolução do sistema em pauta, salientando-se que cada observador pode construir

seu próprio indicador. A co-evolução dos indicadores permite a discussão pluridisciplinar sobre a coerência dos diferentes modelos utilizados.

VII. Perspectivas e Conclusões

A pesquisa que realizamos e o simulador que foi elaborado dizem respeito a uma modelização de diferentes formas de conhecimento multidisciplinar. O modelo constitui um sistema de ajuda ao processo de tomada de decisão, no sentido de que ele oferece uma mediatização relativamente integrada de diferentes tipos de conhecimentos científicos. Parece possível simular hipóteses diferenciadas sobre alternativas de gestão do sistema, observando-se então a dinâmica resultante. No âmbito de nossa unidade de pesquisa instalada no CIRAD, pretendemos utilizar e desenvolver gradualmente esse tipo de procedimento de simulação na investigação de outros tipos de relações homens-recursos.

Além disso, demos início recentemente a um novo programa de pesquisa, que consiste na busca coordenada de subsídios visando (i) a representação dos modos de gestão da exploração de recursos renováveis, (ii) a compreensão das interações entre dinâmicas naturais e dinâmicas econômicas e sociais, e (iii) a elaboração de instrumentos e métodos de interesse geral para atividades de análise, avaliação econômica e social e aconselhamento a processos decisórios. Dois eixos diretores de investigação passam assim a balizar a evolução futura da equipe:

- Os modos de apropriação. Um modo de apropriação associa interativamente os seguintes elementos: as representações sociais ou o sistema de normas de comportamento, os usos do(s) recurso(s), as modalidades de acesso e de controle do acesso ao(s) recurso(s), as modalidades de repartição ou de partilha, e as modalidades de transferência intra ou intergeracional do(s) mesmo(s).

- Os processos de tomada de decisão. Esta noção é utilizada aqui no sentido do jogo de interações que envolvem atores individuais ou coletivos que participam, direta ou indiretamente, da exploração de recursos naturais renováveis.

A maior parte das pesquisas realizadas sobre a dinâmica dos processos decisórios orienta-se no sentido da compreensão das decisões efetuadas por um indivíduo, pressupondo freqüentemente a hipótese de uma racionalidade econômica dada a priori ou "substancial". Trata-se, neste caso, de maximizar uma dada "utilidade", nos limites impostos pela consideração de coações.

específicas. A passagem de um tipo de racionalidade integral a um padrão adaptativo ou "procedural" tornou-se atualmente uma hipótese mais amplamente aceita pela comunidade científica, e os instrumentos de aconselhamento científico têm evoluído no sentido de se ajustar gradualmente a esta nova perspectiva: por exemplo, passamos a utilizar cada vez mais os modelos multi-agentes visando subsidiar os agricultores em seus processos de tomada de decisão (Attonaty, 1994). Por um lado, admite-se que a racionalidade configura apenas uma hipótese dentre várias outras possíveis. Por outro, os mecanismos que governam o acesso de um dado indivíduo a um recurso específico devem ser muitas vezes buscados nos padrões de interação que ele estabelece com as organizações sociais das quais ele faz parte. Nossa proposta vai de encontro, portanto, a uma preocupação crescente pela elucidação do jogo de interações que caracteriza os processos decisórios dos diferentes atores envolvidos, atores esses que exprimem diferentes tipos de representação de seu meio ambiente.

As teorias da decisão consideram, via de regra, que os atores individuais ou coletivos efetuam suas escolhas com base em estratégias que resultam de uma apreciação daquelas assumidas pelos outros decisores. Neste caso, a teoria dos jogos configura o instrumento privilegiado de análise (Ostrom, 1990). Além disso, as teorias da decisão postulam que os atores podem ser considerados como homogêneos do ponto de vista da percepção da realidade, e que sua decisão interrompe-se num momento determinado. Do nosso ponto de vista, entretanto, pensamos que os atores exprimem percepções diferenciadas da realidade, sejam elas de fundo utilitarista ou não, ou permanecendo fiéis a uma preocupação imediatista ou "patrimonial". Tais percepções constituem "pesos" diferenciados a serem incorporados, em toda a sua complexidade, nos contextos de construção das decisões. As simulações multi-agentes nos permitem atualmente abordar a modelização desses diferentes tipos de representação e dessas interações processadas entre diferentes indivíduos ao longo de um dado processo decisório.

Os sistemas de ajuda à decisão são geralmente apresentados a indivíduos encarregados da gestão nos setores público e empresarial. Consideradas desta perspectiva, as simulações multi-agentes têm sido pouco utilizadas. Face aos dilemas atualmente sentidos no campo das políticas de desenvolvimento, estaremos em condições de estimular a discussão sobre este tema junto a organizações responsáveis pela gestão de recursos comuns? Nosso trabalho aponta nessa direção, na medida em que julgamos este tipo de reflexão indispensável a uma incorporação atenta dos resultados das SMA na regulação de sistemas de gestão ambiental.

Referências bibliográficas

- AUGER, P. (1993). Quelques outils mathématiques pour l'analyse hiérarchique. In: P. Auger, J. Baudry & F. Fournier (eds.), *Hiérarchies et échelles en écologie*. Paris: Naturalia.
- ATTONATY, J. M. (1994). Gestion de l'entreprise agricole et instrumentation. Mimeo.
- BOUTOT, A. (1993). *L'Invention des formes*. Paris: Odile Jacob.
- CHAIB, A., HOSSAERT, M., JARRY, M. & VALERO, D. M. (1990). Construction d'un modèle et communication dans une équipe pluridisciplinaire à propos d'une étude sur le mode de reproduction d'une légumineuse spontanée, *lathyrus sylvestris*. In: M. Brissaud, M. Forsé & A. Zighed (eds.), *La modélisation confluent des sciences*. Paris: CNRS.
- CHÉNAU-LOQUAY, A. & MATARASSO, P. (1991). Une Représentation globale et systémique des zones rurales du Tiers Monde. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 29.
- FERBER, J. & GHALLAB, M. (1988). Problématiques des univers multi-agents intelligents. In: *Actes des Journées PRC-GRECO Intelligence Artificielle*.
- FRONTIER, S. (1991). Les outils mathématiques nouveaux du transfert d'échelle, géométrie fractale, relateurs arithmétiques, théorie des catastrophes, dynamique chaotique, analyse non standard. In: C. Mullon (ed.), *Le transfert d'échelle, SEMINFOR 4*, Paris: ORSTOM.
- GODARD, O. (1992). La relation interdisciplinaire: problèmes et stratégies. In: M. Jollivet (ed.), *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*. Paris: CNRS.
- _____. & LEGAY, J. M. (1992). Modélisation et simulation: une approche de la prédictivité. In: M. Jollivet (ed.) *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*. Paris: CNRS.
- LEGAY, J. M. (1986). Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 11.
- Le MOIGNE, J. L. (1989). *La Modélisation des systèmes complexes*. Paris: Dunod.
- O'NEILL, R. V. (1989). Perspectives in hierarchy and scales. In: J. Roughgarden, R. May & S. Levin (eds.), *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- OSTROM, E. (1990). *Governing the Commons. The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SABATIER, J. L., RUF, T. & Le GOULVEN, P. (1991). Dynamique des systèmes agraires anciens: représentations synchroniques et diachroniques. L'exemple d'Uruqui en Equateur. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 29.

- TABARY, J. C. (1991). Cognition, systémique et connaissance. In: E. Andreewsky (ed.), *Systémique et cognition*. Paris: Dunod.
- UVIETTA, P. (1989). Modélisation et simulation du système climat-viticulteur. *Revue Internationale de Systémique*.

A RELAÇÃO INTERDISCIPLINAR: PROBLEMAS E ESTRATÉGIAS*

Olivier Godard

A oposição dos especialistas em relação às pesquisas interdisciplinares resulta de considerações às vezes perfeitamente válidas, levando-se em conta o estado ainda pouco avançado dessas pesquisas, mas ela constitui também muito frequentemente a expressão de atitudes sumárias e dogmáticas, que não têm muita coisa a ver com a ciência e que são, hélas, demasiadamente humanas. Torna-se necessário um espírito já muito evoluído para não se rejeitar como negligenciável aquilo que não compreendemos. Pierre Delattre, 1988.

Tratar a interdisciplinaridade, tomada aqui como termo genérico para designar todas as formas de relações profissionais entre pesquisadores de diferentes disciplinas, constitui um projeto cientificamente arriscado. Risco de derivações extracientíficas, risco de deslizamento nas trilhas já batidas pelos debates recorrentes envolvendo posições "convenientes", ou risco de se montar em cavalos de batalha que não são os bons. A interdisciplinaridade é com efeito o tema ideal de discursos enfáticos e abstratos, suscetíveis de inflamar as paixões e de alimentar longos debates, onde cada qual se considera suficientemente competente para emitir uma opinião tão definitiva quanto distante de um conhecimento prático comprovado. Ao mesmo tempo, ela constitui um tema hoje em dia degradado, preso nas armadilhas da estratégia e da tática institucional, relativamente ao qual pesquisadores e administradores da pesquisa se posicionam em função de desafios ligados a ambições de poder e de acesso aos recursos. Preocupados em preservar uma imagem de seriedade, tais pesquisadores e administradores acreditam

* Publicação original: La relation interdisciplinaire: problèmes et stratégies. In: Jollivet, M. (org.) (1992). *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*. Paris: CNRS, 1992. p. 427-56.