

De igual modo, podemos olhar o embrião gerado *in vitro* e não ver que, quando lhe atribuímos um estatuto filosófico ou jurídico, é a nós que nos estamos a referir — que, o que está em causa quando falamos no estatuto ou no destino que queremos dar ao embrião, é o estatuto e o destino que queremos dar a cada um de nós, porque é ao Ser Humano, numa ou noutra fase da sua vida, que nos estamos a referir.

E quem é esse Ser Humano?

«Quem o homem é verdadeiramente não sabe ele: pelo menos, de um saber absoluto, de essência tal que lhe conferisse eternidade, por coincidência eficiente entre conhecer e durar (...) *Ni ange ni bête* — dizia Pascal. Em que justo sentido? Um híbrido dos dois seria um monstro, um pouco das duas coisas absurdo. Mais que animal e menos que anjo, sim»⁶⁶

HELENA PEREIRA DE MELO

⁶⁶NEMÉSIO, Vitorino, *Era do Átomo, Crise do Homem*, Livraria Bertrand, Lisboa, 1976, p. 17.

Ética e microrganismos modificados

1. Introdução

Desde tempos imemoriais que o Homem tenta modificar geneticamente os seres vivos, sobretudo através de certos cruzamentos entre as espécies, criando novas variedades de plantas de cultivo e novas raças animais. Mas com o advento das técnicas de engenharia genética nos anos 70 do nosso século, essas possibilidades ampliaram-se consideravelmente. Quebradas as barreiras entre as espécies, passou a ser possível transferir genes de qualquer origem (animal, vegetal ou microbiana) para qualquer célula e de os manter activos no novo hospedeiro.

Os microrganismos têm desempenhado um papel primordial como hospedeiros, por duas razões. Primeiro, porque a sua simplicidade estrutural os tornou, durante muito tempo, nos únicos organismos que era possível modificar por engenharia genética. Em segundo lugar, porque a indústria biotecnológica tinha já uma longa experiência e sucesso no uso de microrganismos.

Apesar desta sua importância científica e industrial, poderá parecer injustificado que os microrganismos recebam a honra de serem convidados para um debate ético de tão alto nível como o que se tem desenrolado nestes dias. Na realidade, porém, apesar de não haver uma ética dos microrganismos, há uma ética do comportamento humano em face deles, que se insere no debate apaixonante e actual da ética do ambiente.

2. Modificação genética

Pelos meados deste século, os genes dos microrganismos foram dissecados até ao ponto de se poder identificar neles a molécula química

responsável pelas diversas características. Essa molécula é o **DNA** (ácido desoxirribonucleico) o qual produz, por um mecanismo químico altamente específico, cada uma das proteínas que, às centenas ou mesmo milhares, dominam a estrutura e funcionamento dos microrganismos. Passou, então, a chamar-se **gene** a cada segmento de DNA responsável pela síntese de uma proteína ou cadeia polipeptídica. Qualquer alteração na composição química de um dado gene acarreta, normalmente, uma alteração correspondente na proteína respectiva, o que pode estar na origem duma determinada deficiência ou até inviabilidade.

A compreensão molecular dos genes foi levada a tal pormenor químico que veio a permitir, em combinação com outras descobertas, iniciar a **engenharia genética**, pela qual se pode introduzir e pôr a funcionar, num ser vivo, um gene que ele não tinha e que foi retirado de um outro ser vivo (Archer, 1992).

Através das técnicas de engenharia genética é possível construir microrganismos que passam a sintetizar, mais economicamente e em quantidades ilimitadas, uma variedade de produtos de interesse comercial.

Essa tecnologia usa a descoberta das chamadas **enzimas de restrição** produzidas por alguns microrganismos. Isoladas e purificadas, estas enzimas têm a propriedade de cortar, *in vitro*, DNA previamente extraído de qualquer ser vivo, mas só em pontos de composição muito específica, existentes em todas as espécies.

Ao conjunto de todo o DNA de uma célula chama-se **genoma**. Enquanto seres vivos da mesma espécie têm um genoma basicamente semelhante, organismos de espécies distintas têm-no diferente, e tanto mais quanto mais afastadas forem essas espécies.

No entanto, por muito diferentes que sejam dois genomas (por exemplo o de uma bactéria e o de um animal) terão, ao longo das suas moléculas de DNA, alguns desses pontos com a composição única requerida para o ataque de determinada enzima de restrição. Precisamente porque essa enzima corta os diferentes DNAs em sequências rigorosamente idênticas, todos os fragmentos resultantes terão extremidades iguais e poderão, por isso, reunir-se de novo por ordem muito diferente. Deste modo pode construir-se, no tubo de ensaio, uma molécula recombinante, constituída por fragmentos de DNA extraídos de espécies muito afastadas.

No entanto, se um qualquer fragmento de DNA recombinante fosse introduzido numa célula, rapidamente se perderia, visto que não teria capacidade de se auto-replicar. Esta capacidade só se verifica em uni-

dades completas de DNA como as existentes nos cromossomas. Infelizmente, porém, o DNA dos cromossomas é demasiado extenso para poder ser extraído sem ser de tal modo fragmentado que seria impossível reconstituí-lo.

Mas há bactérias que têm, além do cromossoma, uma minúscula molécula de DNA que também se multiplica autonomamente (o chamado **plasmídeo**). Precisamente por ser muito pequena, esta molécula pode ser extraída sem ser fragmentada e só apresenta um ou poucos pontos de ataque para cada enzima de restrição. Por estas características, os plasmídeos tornaram-se elementos importantes em engenharia genética para o transporte do gene estranho que se pretende transferir para bactérias.

Engenharia genética pode assim realizar-se, por exemplo, do seguinte modo: DNA plasmídico é extraído de uma bactéria e cortado por uma enzima de restrição. DNA extraído de um animal é fragmentado, separadamente, pela mesma enzima. O produto total deste último tratamento (ou apenas o fragmento que interessa, se for possível isolá-lo) é adicionado ao plasmídeo cortado pela enzima. Poderá formar-se, então um plasmídeo quimérico (constituído pelo plasmídeo inicial acrescido do fragmento de DNA animal) que, introduzido numa outra bactéria apropriada, deverá multiplicar-se dentro dela, ao mesmo tempo que o gene animal que lhe foi adicionado deverá sintetizar o produto correspondente. À medida que essa bactéria se multiplica, multiplica-se também o plasmídeo. Consequentemente, todas as bactérias descendentes possuirão pelo menos uma cópia do plasmídeo quimérico, e portanto também do novo gene nele introduzido. Diz-se, então, que esse gene foi **clonado** na bactéria.

Com métodos deste tipo se têm realizado e continuarão a realizar inúmeras clonagens, com uma variedade de objectivos diferentes. Especialmente importante tem sido a clonagem, em bactérias ou leveduras, de genes que determinam a síntese de produtos de interesse comercial como, por exemplo: insulina humana, somatostatina, interferões, hormonas de crescimento, e uma enorme variedade de produtos de suma importância para a indústria química, farmacêutica e alimentar. Assim se obtêm, em quantidades ilimitadas e de forma muito mais económica, produtos que antes só se podiam isolar em pequenas quantidades, por vezes insuficientes para ensaios clínicos ou outros usos. Também as vacinas se podem obter, através da engenharia genética, de modo mais económico e com menos perigos para os preparadores laboratoriais.

3. Será ética a modificação de microrganismos?

Esta é a primeira questão ética de fundo. Terá o homem o direito de interferir com o mais íntimo cerne dos microrganismos: o seu material genético? É certo que a engenharia genética, normalmente, não cria genes novos; apenas administra de modo novo os genes já existentes no mundo vivo, distribuídos na enorme diversidade das espécies, e transfere para um representante de uma delas um gene que era próprio só doutra. Mesmo assim, será ético realizar esta transferência, que a natureza em muitos casos proíbe através dos seus mecanismos nativos de isolamento das espécies?

Em algumas filosofias orientais, há uma recusa da separação radical entre o Homem e o resto da natureza. Há o sentido de fusão no todo, com a impossibilidade de formular uma hierarquia. A intangibilidade do mistério humano estende-se então a outros seres como os animais sagrados. Basta lembrar os galos sagrados do Japão chintoísta, ou as vacas e outros animais sagrados da Índia. É o reino do intocável.

Em contraste, a nossa tradição ocidental marca uma separação profunda entre o Homem e o resto da natureza. Há uma hierarquia antropocêntrica. O Homem está no centro, e tão contraposto a tudo o resto, que por vezes nem o pensamos como parte do reino animal.

Na Antiguidade, o Homem via-se dominado pelas forças naturais, para as quais criava por vezes feições míticas, e contra as quais o desejo humano de domínio e de conquista não tinha grandes recursos.

A partir do século XVI, a desmitificação da natureza em termos de leis racionais, físicas e matemáticas, dá a essa atitude de domínio e conquista um cariz mais eficiente, no reconhecimento das forças da natureza que têm de ser respeitadas. Com a Revolução Francesa e o enaltecimento do indivíduo e do seu direito de propriedade, desenvolveu-se uma lógica de apropriação individual da natureza. Esta, com todos os seus recursos, constituiria o «capital», cabendo à actividade científica e tecnológica o papel do «trabalho».

Nesta lógica, e com o advento da revolução industrial e das novas tecnologias, o homem passa a poder dominar não só pela compreensão mas por uma intervenção activa e acentua-se de modo sistemático a exploração da natureza e dos seus recursos, o que levou a uma fase de degradação. Assiste-se à pilhagem de fontes de energia e de recursos naturais não renováveis, assim como à extinção de algumas espécies e à desertificação. Além disso, fazem-se sentir efeitos secundários nocivos de algumas tec-

nologias, como a poluição do ambiente, a acumulação de produtos tóxicos, mutagénicos ou teratogénicos e o enfraquecimento da camada protectora de ozono.

Esta situação, aliada a outros dados biológicos e sociais, obrigou a repensar a nossa atitude em relação à natureza. À perspectiva antropocêntrica contrapôs-se, por vezes, uma perspectiva ecocêntrica, que reconhece o valor intrínseco dos outros seres vivos e até dos inanimados. Nesta posição, sobretudo através da influência de Aldo Leopold nos meados deste século, a natureza passa a ser considerada uma comunidade de partes interdependentes, onde os seres humanos não são mais que um elemento. A comunidade moral, isto é o conjunto de entidades dignas de consideração moral, deixa de ser constituída só pelos seres humanos e passa a atingir todos os outros seres. Não que tenhamos necessariamente de atribuir direitos aos animais e outros organismos vivos, mas no sentido de termos nós graves deveres em relação a eles.

Com respeito ao caso concreto dos microrganismos não se impõe o dever, que se verifica para com os animais, de evitar sofrimento injustificado ou desproporcionado aos benefícios. Mas impõe-se o dever de respeitar equilíbrios ecológicos, não só porque da sua alteração nós acabaríamos por ser vítimas, mas também porque temos a obrigação moral de acatar as regras do jogo biológico em que estamos inseridos. Mas dentro do respeito dessas regras, é-nos lícito modificar os microrganismos e até planejar novos equilíbrios ecológicos.

Este conceito alargado de comunidade moral também se pode aplicar às gerações futuras. Apesar de elas, como ainda inexistentes, não serem sujeito de direitos, nós temos o grave dever moral de lhes tornar a existência possível e digna. Porque *ser* é um valor, porque vale mais ser do que não ser, é nossa obrigação contribuir para que a vida humana continue a desenvolver-se no futuro e nas melhores condições possíveis. Ora a modificação genética de microrganismos traz grandes esperanças ao futuro da vida humana, como já atrás foi referido e será desenvolvido adiante.

O mesmo conceito alargado de comunidade moral nos obriga a considerar, agora não já em termos de tempo mas de espaço, os países mais variados, independentemente do seu grau de desenvolvimento. As técnicas de modificação genética de microrganismos são complexas e, em si mesmas, só acessíveis aos países de elevada tecnologia e *know how*. Urge evitar, por todos os meios, que esta circunstância cave um fosso ainda maior entre países ricos e pobres e origine neo-colonialismos económicos. Este

é um capítulo importante da justiça social e da ética internacional. Ao decidir sobre o lançamento dum novo processo ou produto não basta aferir da sua segurança e qualidade. Já hoje algumas instâncias internacionais se preocupam em avaliar se ele contribui para o equilíbrio socio-económico de todos os países, e não só dos mais desenvolvidos ou interessados nele.

4. Ética do uso confinado de microrganismos modificados

Logo desde as primeiras experiências de engenharia genética (nos inícios da década de 70) se levantaram preocupações éticas relativas à saúde humana. Ao introduzir, por exemplo, DNAs virais em bactérias, não se poderiam propagar graves viroses se, por descuidos no laboratório, essa bactéria viesse a colonizar o corpo humano? (Watson e Tooze, 1981).

Estas e outras preocupações levaram os cientistas a imporem-se, em 1974, uma Moratória (Bert *et al.*, 1974) até à realização da Conferência de Asilomar, que se realizou no ano seguinte, e em que se estabeleceram normas e rigorosas preocupações de confinamento físico ou biológico para os vários tipos de experiências. Seguiram-se alguns anos de acesa controvérsia. O tratamento de puras hipóteses científicas pelos aparelhos regulatório, jurídico e de meios de comunicação, desencadeou um fenómeno socio-político que se foi tornando num misto de pânico, contestação e exploração política.

Mais tarde realizaram-se, em laboratórios altamente protegidos, experiências de teste de risco, que mostraram que a maior parte dos perigos potenciais imaginados não eram reais. Concluiu-se que a engenharia genética, em si mesma, não traz novos perigos e pode até diminuir os riscos inerentes à manipulação de organismos naturalmente perigosos. Consequentemente, as normas para uso de engenharia genética no laboratório e na indústria foram-se progressivamente relaxando.

Mesmo assim, existem recomendações internacionais (OCDE/OECD, 1986), estudos sobre a segurança destas operações (Frommer, Ager, Archer *et al.*, 1989) e, na Comunidade Europeia, uma Directiva sobre o assunto (CEE, 1990a), que já foi transposta para a legislação portuguesa através do Decreto-Lei nº 126/93 de 20 de Abril (Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, 1993) e regulamentada pela Portaria nº 602/94 de 13 de Julho (Ministérios da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais, 1994). Esta legislação obriga cada um dos estados membros a constituir uma autoridade nacional competente para receber e responder às

notificações que laboratórios e indústrias lhe devem submeter. No nosso País, esta autoridade competente é a Direcção Geral da Qualidade do Ambiente pertencente ao Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. As informações a fornecer juntamente com a notificação variam conforme o grupo a que pertence o microrganismo a utilizar e o tipo de operação a realizar. A legislação distingue microrganismos de dois grupos: os do grupo I (considerados inócuos por um conjunto de critérios) e os do grupo II (todos os outros). Para estes últimos, prescrevem-se normas de construção e funcionamento dos laboratórios que assegurem que esses microrganismos não irão infectar o pessoal do laboratório nem o ambiente exterior. Exemplos são laboratórios inteiramente isolados, dotados de pressão negativa, de exaustores equipados com filtros especiais que são regularmente autoclavados e de antecâmaras para mudança de roupa e banho dos investigadores.

A citada legislação distingue também dois tipos de operações: as do tipo A (operações de pequena escala, envolvendo geralmente 10 l de cultura ou menos, e que tenham objectivos de ensino, investigação ou desenvolvimento, sem finalidades industriais ou comerciais) e as do tipo B (todas as outras). Apenas no caso em que se pretenda utilizar um microrganismo do grupo II numa operação do tipo B (ou numa operação do tipo A se for a primeira que se realiza na instalação em referência) se exige, para poder iniciar o trabalho, o consentimento explícito da autoridade competente. Nos outros casos, basta a sua concordância tácita desde que, após a notificação, tenham expirados certos prazos especificados na legislação. Operações do tipo A com microrganismos do grupo I que não sejam as primeiras a realizar-se na respectiva instalação, não carecem de notificação.

5. Ética da disseminação de microrganismos modificados

As normas de confinamento, que acabámos de referir, para o uso da engenharia genética na investigação e na indústria, têm como objectivo urgir que organismos geneticamente manipulados que pudessem constituir algum perigo fiquem confinados ao meio controlado dos laboratórios. Para o exterior virão apenas os produtos extraídos desses organismos, mas não eles próprios. No entanto, com o progresso da ciência, surgiu o interesse de deliberadamente lançar e cultivar no ambiente microrganismos modificados por engenharia genética. Este projecto quebra, por sua natureza, o confinamento antes estabelecido, mas promete enormes benefícios para a agricultura, indústria alimentar, pecuária e economia.

A clonagem, em certas plantas, dum gene bacteriano que produz uma proteína insecticida (a qual destrói, as larvas dos insectos atacantes) tornará a própria planta resistente a essa praga. A clonagem, em plantas, de genes que lhes conferem resistência a herbicidas, a outros produtos químicos, e a agentes infecciosos (como vírus), altamente beneficiará a sobrevivência dessas plantas.

Por alteração, através da engenharia genética, de bactérias do solo, será possível aumentar consideravelmente a resistência de plantas de cultivo a baixas temperaturas, ou diminuir a sua dependência de fertilizantes químicos (por fixação microbiana de azoto atmosférico). Certas bactérias, modificadas pelas técnicas do DNA recombinante, poderão substituir com vantagem os pesticidas químicos. Outras bactérias, alteradas por engenharia genética, serão importantes na extracção e recuperação de metais e de petróleo, assim como na despoluição de efluentes altamente tóxicos.

Apesar destes indiscutíveis benefícios, o problema está em saber quais os perigos que poderão advir, para a saúde e para o ambiente, da disseminação de microrganismos geneticamente modificados.

Um grande número de estudos têm sido feitos com o objectivo de determinar as consequências desta disseminação no ambiente (Archer, 1992). Apesar de a exactidão das técnicas de engenharia genética diminuir os riscos dessa disseminação, eles poderão ser qualitativa e quantitativamente novos. Tem-se sugerido, por isso, uma análise *caso a caso*. Além disso, testes de risco devem ser utilizados *passo a passo* durante o processo. Isto é, deve seguir-se a gradação das experiências do nível de laboratório para o de estufa, campo delimitado, e só então para o de campo aberto, procedendo-se, em cada um destes níveis, a testes de risco antes de passar ao nível seguinte.

Os vários aspectos a considerar na avaliação caso a caso estão enumerados e comentados em documentos da OCDE (OCDE/OECD, 1986, 1992) e de outras Instituições (Archer, 1992), além de incorporados numa Directiva da CE sobre a libertação no ambiente de organismos geneticamente modificados (CEE, 1990b) que já foi transposta para a legislação portuguesa através do Decreto-Lei nº 126/93 de 20 de Abril (Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, 1993) e regulamentada pela Portaria nº 602/94 de 13 de Julho (Ministérios da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais, 1994). Este procedimento cauteloso procura aplicar, a esta situação nova, os princípios antes expostos de ética do ambiente. Como a libertação no ambiente de organismos geneticamente modificados e a sua colocação no mercado são situações que ultrapassam as barreiras nacio-

nais, essa Directiva da CE estabelece, para as deliberações sobre cada notificação, um sistema de consulta de todos os Estados membros.

6. Conclusão

A posição ética do Homem perante os microrganismos e a sua modificação deve ser bem ponderada.

Por um lado, não seria ético que o Homem se arrogasse um domínio despótico sobre os microrganismos e os modificasse a seu bel-prazer, no completo menosprezo dos finos equilíbrios ecológicos e na ignorância das importantíssimas funções que os microrganismos desempenham no ar, na terra, no mar e até no próprio corpo humano (no qual são mais numerosas as células bacterianas do que as humanas). Alterações impensadas dos equilíbrios ecológicos poderia ser fatal para outras espécies e para o próprio Homem.

Por outro lado, também não seria ética uma atitude imobilista que, levando ao extremo a tese da conservação da natureza, não quisesse tirar partido das imensas possibilidades da modificação genética de microrganismos em favor do desenvolvimento humano, nomeadamente através da indústria farmacêutica e alimentar.

A correcta posição ética faz do Homem um prudente administrador da natureza, respeitador da lógica interna dos seres vivos, diplomático na sua manipulação, sábio na avaliação de riscos e benefícios, mas empreendedor na transferência de genes de umas espécies para outras.

LUÍS ARCHER

Bibliografia

- ARCHER, Luís, 1992 - *Desafios da Nova Genética*. Ed. Brotéria, Lisboa.
- BERG, P.; D. BALTIMORE, H. W. BOYER, S. N. COHEN, R. W. DAVIS, D. S. HOGNESS, D. NATHANS, R. ROBLIN, J. D. WATSON, S. WEISMAN e N. D. ZINDER, 1974 - Potential biohazards of recombinant DNA molecules, *Science* 185: 303; e *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 71: 2593-2594.
- CEE, 1990 a - Directiva do Conselho de 23 de Abril de 1990 relativa à utilização confinada de microrganismos geneticamente modificados (90/219/CEE), *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* nº L 117: 1-14 (8.5.90).

CEE, 1990 b - Directiva do Conselho de 23 de Abril de 1990 relativa à libertação deliberada no ambiente de organismos geneticamente modificados (90/220/CEE), *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* n° L 117: 15-27 (8.5.90).

FROMMER, W.; AGER, B.; ARCHER, L. *et al.*, 1989 - Safe Biotechnology III: safety precautions for handling microorganisms of different risk classes, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 30: 541-552.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS, 1993 - Decreto-Lei n° 126/93 de 20 de Abril, *Diário da República I Série A*, n° 92, p. 1922-1926.

MINISTÉRIOS DA SAÚDE E DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS, 1994 - Portaria n° 602/94 de 13 de Julho, *Diário da República I Série B*, n° 160, p. 3779-3784.

OCDE/OECD, 1986 - *Recombinant DNA Safety Considerations*, Paris.

OCDE/OECD, 1992 - *Safety Considerations for Biotechnology*, Paris.

WATSON, J. D. e J. TOOZE, 1981 - *The DNA Story. A Documentary History of Gene Cloning*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.

Ética e Ambiente ¹

Ética e Ambiente evocam realidades distintas que não se relacionam imediatamente entre si: a ética refere-se, desde as origens da nossa cultura ocidental, à natureza da acção imanente do homem, desenvolvida no âmbito de uma comunidade de homens; o ambiente, noção ainda recente ², refere-se ao meio natural que o homem e os demais seres vivos habitam, sobre o qual se exerce a acção exterior do homem. Este distanciamento originário, no tempo e na intencionalidade, destas duas áreas específicas de reflexão, justifica a perspectiva predominantemente ecológica por que os problemas ambientais foram inicialmente considerados ³. Ou seja, a problemática do ambiente começa por ser analisada de um ponto de vista técnico-científico ⁴ que exclui, ou simplesmente ignora, a

¹ Comunicação apresentada na mesa-redonda sobre «Ética e Ambiente», integrada na Semana de Estudos da Faculdade de Teologia, do Porto, dedicada ao tema «Ética da Vida - Vitalidade da Ética. Questões emergentes da Bioética», e que decorreu de 4 a 7 de Fevereiro de 1997.

² A noção de «ambiente», hoje bastante comum em discursos de natureza diversa, é, não obstante, de formulação ainda recente. No princípio do século (1921) o geógrafo Vidal de la Blanche define este termo como o resultado da acção do homem sobre o que o rodeia, sobre o meio. A noção de «meio» é anterior à de «ambiente»: «L'environnement se distingue du milieu en ce sens qu'il est ce dernier plus le regard de l'homme sur lui. [...] En fait, le milieu cède la place à l'environnement, à partir du moment où l'homme cesse de jeter sur lui un regard neutre, pour manifester à son égard une attitude d'implication. À partir du moment où, en plus d'être vécu et pensé, le milieu est agi», citado por Pierre Giolitto e Maryse Clary, *Éduquer à l'environnement*. Paris, Hachette, p. 89. A noção de «ambiente» só entrará no vocabulário comum a partir, sensivelmente, da década de 60 e 70, tendo ganho imediatamente uma enorme projecção.

³ O termo «ecologia» surge em 1866, pelo biólogo alemão Haeckel, designando uma ciência das relações dos organismos vivos com o mundo exterior, sem qualquer menção particular ao homem. E se é verdade que, com a ampla utilização do termo na década de 70, o seu sentido se alargou também, vindo a englobar diversas vertentes das ciências sociais, a «ecologia» mantém-se, no seu sentido mais rigoroso e preciso, uma ciência. É, todavia, uma «ciência de síntese» (Bégin, 1993) que recorre a dados de muitas outras ciências, incluindo aos de algumas ciências humanas.

⁴ [...] Numa concepção restrita, a ecologia estudaria a relação entre os organismos vivos e o meio físico envolvente, de acordo com a aplicação de métodos quantitativos capazes de traçar com