

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGROECOSSISTEMAS**

APRENDIZAGEM SISTÊMICA E COBRANÇA NO USO DA ÁGUA

ANA PAULA PEREIRA CUNHA

Florianópolis, junho de 2007

ANA PAULA PEREIRA CUNHA

APRENDIZAGEM SISTÊMICA E COBRANÇA NO USO DA ÁGUA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Luis Schlindwein
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Renato D'Agostini

FLORIANÓPOLIS
2007

Cunha, Ana Paula Pereira
Aprendizagem sistêmica e cobrança no uso da água
/ Ana Paula Pereira Cunha. – Florianópolis, 2007.
xx, 86 f. : grafs., tabs.
Orientador: Sandro L. Schlindwein
Co-orientador: Luiz Renato D'Agostini
Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.
Bibliografia: f.82 - 86
1. Aprendizagem sistêmica -
Teses. 2. Qualidade no uso dos recursos hídricos - Teses. 3.
Desempenho Ambiental - Teses. 4. Cobrança pelo uso da água -
Teses. I. Título.

Dedico

Aos meus pais, Rubem e Elaine,
pelo constante e incondicional apoio
no processo que resultou também nessa
pequena e modesta obra.

E ao Nicolas.

Agradeço

Aos meus irmãos:

Aléxei, pela calma com que sempre me escuta,

Ângelo, pelo abraço sempre amigo,

André, pela sempre igual e enorme disposição em ajudar,

E aos três, por todos estes motivos.

Aos meus pais, pelos mesmos motivos, mas ainda mais:

indizível.

Ao orientador, pelo ótimo trabalho,

Ao co-orientador, pelo ótimo trabalho

e pela amizade.

“(...)A água, mesmo fluida – como o solo, mais sólido – é importante fixo.

Mas a disponibilidade de água,
assim como de terra, é fluxo.

O controle dos fluxos determina a apropriação dos fixos,
ensinou o Mestre Milton Santos.

Todos nós dependemos de fixos,

mas dependemos mais do controle de seus fluxos.

Para o bem ou para o mal, para dispor dos fixos basta controlar os fluxos.

Não desaparecerão os fixos,
mas podem se alterar demais os fluxos.

Porque fixos são levados a fluir irregularmente no meio
é que meios fixos faltarão: indisponibilidade de fixos que não são escassos,
ou seja, mau desempenho ambiental.

Promover regularidade de fluxos de água

é bom desempenho ambiental no uso do meio.

Bom desempenho ambiental promove bom ambiente.”*

* Parte de um texto que durante o mestrado tive oportunidade de escrever junto com o co-orientador, Luiz Renato D’Agostini.

"Mesmo sem naus e sem rumos
mesmo sem vagas e areias
há sempre um copo de mar
para um homem navegar".

Jorge de Lima

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
Capítulo 1	1
1.1 Introdução	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Justificativa	6
Capítulo 2	7
BASES LEGAIS E CONCEITUAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SISTÊMICA NO USO DA ÁGUA	7
2.1. Do Direito Ambiental	7
2.3. Legislação ambiental brasileira e avaliação de desempenho ambiental: pontos em comum	15
Capítulo 3	18
APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA	18
Capítulo 4	29
INSTRUMENTOS DE APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA	29
4.1 A cobrança pelo uso da água enquanto instrumento de aprendizagem	32
4.1.1. Introdução	32
4.1.2 Cobrança pelo uso da água: prática sistêmica?	33
4.2 IQUA: instrumento de aprendizagem pela avaliação de desempenho ambiental	37
4.2.1 Interpretando o operar do IQUA	40
A) Do Segundo Princípio	41
B) A analogia	43
C) A matematização dos significados de custo e potencial ambiental	45
4.2.2 IQUA e a abordagem sistêmica	63
Capítulo 5	70
PROPOSTAS DE APLICAÇÃO DO IQUA ENQUANTO INSTRUMENTO	70
DE APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA	70
5.1 Cobrança pelo uso da água baseada no IQUA	70
5.1.1 O mecanismo	70
5.1.2 Vantagens da cobrança baseada em indicador de desempenho ambiental no uso da água (IQUA)	73
5.1.3 Desvantagens da cobrança baseada em indicador de desempenho ambiental no uso da água (IQUA)	74
5.2 Selos de desempenho	77
Capítulo 6	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
7. Referências Bibliográficas	81

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Processo vivencial de aprendizagem segundo Kolb Fonte: Kolb, 1978.....	21
Figura 2: Modelo do processo de ação segundo as teorias de ação de Argyris e Schön. Fonte: Smith, 2001a.....	22
Figura 3: Modelos de processos de aprendizagem segundo Argyris e Schön. Fonte: Smith, 2001a.....	24
Figura 4: Ciclo de aprendizagem representando a relação entre pensamento e prática sistêmica. Fonte: Schlindwein, 2005.....	30
Figura 5: Ciclo de aprendizagem representando a relação entre pensamento e prática sistêmica, com destaque para a fase de desenvolvimento de ferramentas anterior à prática. Adaptado de Schlindwein, 2005.....	31
Tabela 1: “Diferenças gerais entre características de práticas não-sistêmicas e práticas sistêmicas” Schlindwein, 2005.....	35
Figura 6: Passagens no uso da água com custo ambiental CA em seus componentes custo ambiental direto CAD, indireto CAI e custo adicional CAA na entrada (E) e na saída (S) do sistema (explicações no texto). Fonte: D’Agostini, 2004b.....	46
Figura 8. Evolução de custo ambiental CA em função de custo ambiental direto CAD e valores crescentes do componente CAIS. Fonte: D’Agostini, 2005.....	54
Tabela 2: Definição do valor médio da qualidade da água que sai do sistema. Fonte: D’Agostini, 2004b.....	57
Figura 9: A Sistemografia: o modelo, homomórfico do objeto a ser modelado é isomorfo do sistema geral e portanto dotado de todas suas propriedades. (Fonte: Le Moigne, 2006).....	65
Figura 10: Ciclo de aprendizagem – do uso da água – representando a relação entre pensamento e prática sistêmica, onde a prática sistêmica é a aplicação do IQUA. Adaptado de Schlindwein, 2005.....	69
Figura 11. Proposta de evolução do preço por unidade de volume captada na fonte, em função de valores do IQUA.....	71
Tabela 3. Exemplo de classificação de desempenho ambiental através de selos coloridos, em função de valores do IQUA.....	77

Aprendizagem sistêmica e cobrança no uso da água

Ana Paula Pereira Cunha

Orientador: Prof. Dr. Sandro Luis Schlindwein

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Renato D'Agostini

RESUMO

A Lei Federal n. 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), classifica a água como bem de domínio público: o direito à água é transindividual, e de caráter difuso. A violação de um direito difuso afeta a todos, o que indica que deve haver, por parte dos indivíduos, co-responsabilidade no uso da água. Promover o cumprimento deste dever que cada indivíduo tem em relação ao coletivo deveria, portanto, ser prioridade em políticas públicas cujo objetivo é gerir recursos hídricos. O órgão federal responsável pela coordenação do SINGREH é a Agência Nacional de Águas (ANA). Uma de suas linhas de ação é a educação para a conservação e uso racional da água: pode-se dizer que é intenção da ANA, portanto, promover a aprendizagem do uso da água. A educação ambiental foi considerada também, no Plano Nacional de Recursos Hídricos, oportunidade estratégica para fortalecer o sistema de gestão. Considera-se a aprendizagem sistêmica a mais adequada no que se refere à questão ambiental, a qual se harmoniza inclusive com os princípios básicos da educação ambiental disposta em lei. Promover aprendizagem exige instrumentos, e um deles já está previsto na Legislação: a cobrança pelo uso da água. Um dos objetivos da cobrança pelo uso de recursos hídricos é incentivar a racionalização do uso da água. Demonstra-se porém que a cobrança, por si só, não é instrumento de aprendizagem sistêmica. Propõe-se, então, mecanismo de cobrança, que por ser construído com base no Indicador de Qualidade de Usos da Água (IQUA), e cuja aplicação demonstra-se ser prática sistêmica, minimiza o fato de a cobrança não o ser. A idéia fundamental do indicador em questão é avaliar o desempenho de seres humanos no uso da água como forma de incentivar o bom uso deste recurso: promover cuidado e responsabilidade ao se mobilizar meios que são quase sempre bens coletivos, como a água. A partir desta idéia, indica-se também outra forma de promoção de aprendizagem do uso da água: não cobrar, mas apenas, através de selos, avaliar e classificar o desempenho ambiental no uso da água a partir do mesmo indicador.

Systemic learning and the charge of water use

Author: Ana Paula Pereira Cunha
Adviser: Prof. Dr. Sandro Luis Schlindwein
Co-Adviser: Prof. Dr. Luiz Renato D'Agostini

ABSTRACT

The Federal Law nº 9.433/97, which institutes the National Policy of Water Resources and creates the Management's System of Water Resources (SINGREH), classified water as a public good: the right for water is transindividual, and is of diffuse character. The violation of a diffuse public right affects everyone, meaning that each individual should be equally accountable in the use of water. The fulfillment of this duty that a person has towards the collectivity should be, therefore, a priority of public policies designed for the management of water resources. The federal institution responsible for is the "Agência Nacional de Águas" (ANA - National Water Agency). One of ANA's lines of action is the education for the conservation and rational use of water. Environmental education was also considered, in the National Plan of Water Resources, a strategical chance to fortify the management system. Systemic learning is considered most suitable when handling with environmental issues, and it is also in compliance with the basic principles of the environmental education instructed by law. Learning requires certain instruments, and one of them is already established in the Legislation: charging the use of water. One of the objectives of the charging the use of water is to stimulate the rationalization of the use of the water. This dissertation discusses, however, that charging alone is not an instrument of systemic learning. Further on, this dissertation also recommends to design a charging mechanism based on the Indicator of Quality of Water Usage (IQUA). The main goal of the indicator is to evaluate the performance of human beings when using water, as a way of stimulating the sensible use of this resource: to promote care and responsibility while dealing with resources that are in most cases of a collective property, such as the water. The charging mechanism being proposed can be regarded a systemic practice, minimizing the fact that the charging itself isn't. Based on the same grounds comes another way of promoting the proper use of water: not to charge, but simply, based on the same indicator, to use stamps to classify the environmental performance on the use of water.

Capítulo 1

1.1 Introdução

A sociedade parece estar preocupada com a escassez de água no futuro, como se a água fosse realmente “acabar”. Isso, no entanto, não pode acontecer - o ciclo hidrológico garante sua perpetuação no planeta. A disponibilidade de água é que pode constituir problema, porque as necessidades, ou os interesses humanos que envolvem o uso da água, podem ser mais “intensos”, em termos de quantidade, qualidade e regularidade, do que a capacidade de o ciclo hidrológico fazer com que a água já utilizada retorne de forma a ser reutilizada pelas pessoas.

É apenas nesse sentido então que a água começa a se tornar *escassa*: a *escassez* existe justamente em função de o homem ter uma capacidade quase ilimitada de gerar necessidades e desejos e nem sempre existir a possibilidade de satisfazê-los (Amaral, 2004). Daí a água vir a ser considerada *recurso de valor econômico*, pois “segundo a economia, o valor existe porque não temos recursos ou não somos capazes de produzir suficientes bens para satisfazer todas as aspirações da sociedade” (Amaral, 2004).

A indisponibilidade (de água) é, também, geradora de conflitos, na medida em que aquelas aspirações são múltiplas, ou os usos da água são múltiplos, e a quantidade e qualidade não são mais ilimitadas para todos eles. Como um exemplo, são conflitantes a recreação e o turismo em relação ao uso industrial, pois, havendo contaminação da água, há ameaça à saúde humana, dificultando ou mesmo impedindo aquelas atividades.

Todos esses fatores constituem razão suficiente para que se passe a falar em gestão adequada do uso da água. Adequada, aqui, no sentido de promover melhor uso da água, em todos os seus múltiplos usos. Neste último caso é que pode-se dizer que a promoção da

aprendizagem² do uso da água poderia ser importante oportunidade estratégica para o fortalecimento do sistema de gestão de recursos hídricos, conforme já está previsto no Plano Nacional de Recursos Hídricos: promover aprendizagem no sentido de incentivar melhor qualidade do uso da água por parte de todos os seus usuários.

É importante diferenciar qualidade da água, de qualidade do uso da água. A qualidade da água se refere a suas características químicas, físicas e biológicas. Já a qualidade do uso é de natureza comportamental, diz respeito à qualidade de relações que o ser humano estabelece com a água: diz respeito à maneira como se usa a água, independentemente de sua qualidade.

A água é dotada de “qualidade” segundo o uso que se pretende dela: a água não é boa ou má em si. O que já indica que não é somente a [qualidade da] água que deveria ser avaliada para fins de aprendizagem do uso da água, mas [a qualidade do] uso que se faz dela - pois esse uso é que vai determinar se a água foi bem aproveitada para o que dela se pretendia (D’Agostini, 2004b). É ainda o uso que determina a qualidade da água que será devolvida ao ambiente, que será boa ou má segundo o (novo) uso a que se vai destinar. A qualidade insatisfatória da água, assim como insuficiente quantidade prontamente disponível deste recurso³ são, portanto, muitas vezes, conseqüência de má qualidade do uso. Assume-se, portanto, que um instrumento para a promoção de aprendizagem do uso da água seria adequado se considerasse a qualidade do uso da água.

Entre os instrumentos propostos na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), está a cobrança pelo uso da água. A ANA – Agência Nacional de Águas – é a entidade federal

² No Capítulo 4 será discutida brevemente a evolução das diferentes teorias da aprendizagem, a fim de que, a partir dessa evolução, seja possível justificar - e expor - a adoção do conceito de aprendizagem que orienta este trabalho.

³ A palavra recurso, neste trabalho, será utilizada como sinônimo de meio, no sentido de a água encerrar potencial de possibilidades de relações quando dela se quer fazer uso, sem a conotação muitas vezes implícita de valor econômico.

responsável por implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. A cobrança, além de estar prevista em lei, é socialmente bem aceita. Ela já foi estabelecida no âmbito das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá “após a consolidação de um grande pacto entre os poderes públicos, os setores usuários e as organizações civis representadas no âmbito dos Comitês”. Da maneira como é realizada atualmente, porém, a cobrança não avalia a qualidade do uso da água, pois é baseada apenas em critério de quantidade de captação do recurso e lançamento de carga orgânica em efluentes; além de não constituir, conforme será discutido no capítulo 5 deste trabalho, instrumento muito eficiente de aprendizagem do uso da água.

Um dos impactos esperados a partir da cobrança, segundo o Superintendente de Conservação de Água e Solo da ANA, Antônio Felix, é a redução de perdas e desperdício. As principais linhas de ação da ANA são, assim, a educação para a conservação e uso racional da água, e a rotulagem de produtos economizadores de água (Felix, 2005). Ora, seria interessante dispor de um instrumento de gestão de recursos hídricos que fosse, simultaneamente, instrumento de aprendizagem do uso da água, que promovesse o bom uso da água em múltiplos usos, como previsto em lei (Lei 9.433/97 Cap. I Art. 1º, inciso IV); e instrumento de avaliação da qualidade do uso da água para fins, inclusive, de rotulagem de produtos economizadores deste recurso.

1.2. Objetivos

Objetivo

O objetivo deste trabalho é discutir porque e como o Indicador de Qualidade de Usos da Água – IQUA – (D’Agostini, 2004b) poderia ser instrumento para a Política Nacional de Recursos Hídricos, constituindo não apenas instrumento para a gestão desses recursos, mas também instrumento de aprendizagem do uso da água, criando assim elo entre gerenciamento de recursos hídricos e educação ambiental, ambos previstos em lei (Lei n. 9.433/1997 e Lei n. 9.795/1999).

Objetivos específicos

- Discutir que a promoção da aprendizagem do uso da água é importante instrumento para objetivação do direito difuso a *meio ambiente* equilibrado, tal como estatui a Constituição Federal do Brasil (caput do art. 225, da Constituição Brasileira de 1988).
- Discutir que a abordagem sistêmica é a mais adequada para promover aquela aprendizagem do uso da água.
- Propor duas formas de aplicação do IQUA enquanto instrumento de aprendizagem sistêmica do uso da água: um mecanismo de cobrança baseado no Indicador de Qualidade de Usos da Água (IQUA) ou, a avaliação e classificação de desempenho ambiental no uso da água através de “selos de desempenho no uso da água” a partir do mesmo indicador.

- Discutir que ambas as formas de aplicação do IQUA propostas se ajustam às linhas de ação da Agência Nacional de Águas, bem como às diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

1.3. Justificativa

Uma das principais linhas de ação da Agência Nacional de Águas (ANA) é a educação para a conservação e uso racional da água (Felix, 2005). No Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006), conforme explicitado em sua Síntese Executiva, a educação ambiental é considerada oportunidade estratégica para fortalecer o sistema de gestão de recursos hídricos.

Um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos da Política Nacional de Recursos Hídricos é a cobrança pelo uso da água (Lei 9.433/1997). Santos (2002), porém, em tese de doutorado intitulada “O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário” conclui que “a cobrança por uso da água, por si só, tende a ter pouco impacto na mudança de comportamento do poluidor/usuário”. Em outras palavras, é pouco provável que a cobrança opere, por si só, como instrumento de aprendizagem no uso da água. Daí justificar-se a proposição, neste trabalho, de um instrumento de gestão de recursos hídricos que seja, ao mesmo tempo, instrumento de aprendizagem [sistêmica] do uso da água – instrumento para uma educação ambiental do uso da água.

Capítulo 2

BASES LEGAIS E CONCEITUAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SISTÊMICA NO USO DA ÁGUA

2.1. Do Direito Ambiental

O caput do art. 225 da Constituição Brasileira de 1988 diz que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Constituição Federal indica, portanto, que o *meio ambiente* deve ser entendido como bem comum e de responsabilidade de todos, e está, assim, acima de considerações de direito à propriedade. No que concerne à água, recurso em questão neste trabalho, o primeiro fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos reforça essa idéia: a água é caracterizada diretamente como “(...) bem de domínio público”. É o que se entende no Direito por direito transindividual (visto que foge da esfera de interesses de uma pessoa determinada), e de caráter difuso. Direito difuso é "prerrogativa jurídica cujos titulares são indeterminados, difusos. Um direito difuso é exercido por um e por todos, indistintamente, sendo seus maiores atributos a indeterminação e a indivisibilidade. É difuso, por exemplo, o direito a um meio ambiente sadio”(Cláudio, 1999).

A idéia de interesses e direito difusos começou a surgir na década de 70, a partir de estudos do jurista italiano Mauro Cappelletti, que propôs a superação da divisão entre Direitos Público e Privado para solucionar conflitos oriundos de sociedade de massa. São direitos que “estão dispersos, de modo uniforme, por todos os grupos que compõem o tecido social” (Fuks, 1996).

Algumas das principais características do interesse difuso, segundo pesquisa de Silva (2004) são: pluralidade tal de titulares, que torna impossível a identificação de todos individualmente; indivisibilidade do bem jurídico difuso (a partilha do objeto que constitui o interesse entre os titulares não é factível, pois o mesmo pertence a todos, e em igual medida); potencial e abrangente conflituosidade (conflitos que decorrem da lesão de interesse difuso envolvem número às vezes indeterminável de indivíduos, o que faz com que a solução advenha muitas vezes de escolha política); e ocorrência de lesões disseminadas em massa.

A introdução do conceito de direito difuso é considerada pelos juristas marco na própria ciência do Direito. A partir dele, “(...) O Estado, que desde alguns séculos atrás deteve o poder de comando, deve referenciar novas ordens de cunho coletivo, passa de gerenciador do *res nullius* para administrador do *res omnius*⁴” (Cunha, 2004). Em outras palavras, os direitos e interesses difusos suprimem os interesses do Estado, que na prática nem sempre se harmonizam com os da sociedade. Excluem também os interesses individuais: o interesse do coletivo se sobrepõe ao direito do indivíduo, a partir do momento que as normas jurídicas não são mais definidas somente em função do direito de propriedade.

A demanda pelo *meio-ambiente* ecologicamente equilibrado é exemplo por excelência de interesse difuso. Segundo Fuks (1996), o direito como um todo pode ser visto como mecanismo de institucionalização de demandas sociais, e o conceito de direito difuso traduz o caráter universal do interesse ambiental.

A legislação ambiental brasileira é considerada, por juristas e ambientalistas, entre eles Nogueira-Neto, “das mais eficientes e adiantadas da América Latina” (Nogueira-Neto, apud Barbosa et al., 2004). O mesmo se diz a respeito das leis referentes aos recursos hídricos: “No âmbito nacional, a lei nº. 9.433/97, conhecida como Lei das Águas, coloca o

⁴ *res nullius*: coisa de ninguém.
res omnius: coisa de todos.

Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos” (Rosso, 2002).

Fuks (1996), porém, ressalta: “A forma pela qual os recursos jurídicos são apropriados pela sociedade revela, muitas vezes, aspectos não antecipados pelos que elaboram, estudam ou falam em nome das leis”. Este autor analisa esses aspectos, e comenta “a passividade da sociedade civil em relação a um instrumento jurídico que, supostamente, teria surgido como resposta à existência de interesses difusos pela sociedade como um todo”. Fucks conjectura algumas razões para tal passividade, dentre elas: a sociedade pode talvez ignorar seus próprios interesses e direitos, ou pode não acreditar na possibilidade de fazer valer os mesmos. Além disso, supõe o autor, nem tudo aquilo que incomoda na vida social adquire, obrigatoriamente, aspecto de conflito, muito menos judicial.

Antes de haver conflito judicial, ou seja, de certa sociedade fazer valer seus direitos através de instrumentos jurídicos que foram a ela outorgados, presume-se, portanto, que deva haver certo incômodo social que promova algum tipo de combate, atividade, no caso, relacionado ao ambiente vivido pela comunidade. Se uma sociedade se mostra passiva então, ou não há tal incômodo - o ambiente está bom-; ou está ruim e, por escolha (ou falta dela), os cidadãos nada fazem em relação ao que os incomoda, indiferentes ao problema... talvez por não se sentirem responsáveis, co-atores de um ambiente comum.

A violação dos direitos difusos, vale a pena insistir, afeta a todos. Isso, logicamente, enseja aos seus atores co-responsabilidade. Constrói espécie de amarra inevitável, que prende cada ator aos demais. Se cabe à sociedade o direito ao meio ecologicamente equilibrado, cabe a cada indivíduo fazer bom uso dos recursos naturais, entre eles a água. É o dever da parte, em relação ao todo. A passividade da sociedade, judicial ou não, talvez exista porque cada indivíduo não se sente verdadeiramente responsável. É como se cada homem se percebesse

apenas parte viva do meio, ao invés de “vivendo o ambiente também ele faz emergir” (D’Agostini, 2004a).

O indivíduo que não se sente responsável nem sempre age dessa forma exatamente por escolha: de acordo com teoria desenvolvida por Argyris (1977), as pessoas agem de acordo com suas teorias-em-uso, das quais muitas vezes elas não estão cientes⁵. Mas, de uma forma ou de outra, poucas são as pessoas que realmente mudam suas atitudes do dia-a-dia, a ponto de melhorar significativamente seu próprio *desempenho ambiental*⁶ a favor do coletivo e, obviamente, delas mesmas.

No entanto, ainda segundo Fuks (1996), mudar a atitude hoje predominante do homem em relação ao *meio-ambiente* é, em grande medida, o objetivo mesmo das leis ambientais. E mesmo que o direito difuso ao *meio-ambiente* equilibrado seja do coletivo, o dever de cuidá-lo é coletivo e individual. Existe legitimidade, a partir do que dispõem a legislação e a constituição, de ser exigido de todos mas também de cada um, comportamento adequado segundo as leis. Essa exigência pode partir de todo aquele que se sentir prejudicado, tanto individualmente, quanto coletivamente, isto é, de pessoas físicas, de órgãos representativos:

(...) ao ser constituído enquanto bem tutelado por leis, o meio ambiente não se apresenta como um novo "sujeito" de uma nova modalidade de contrato, um "contrato natural" (Serres 1991), mas ainda como "objeto" de um novo "contrato social". Não se trata de "direitos da natureza", mas dos direitos e interesses de cada membro da sociedade, na condição de participantes da comunidade, contra o uso que eles mesmos, enquanto agentes individuais, fazem do meio ambiente.” (Fuks, 1996).

Nesta passagem o autor, ao mesmo tempo que confirma o fato de a lei intentar comportamento adequado do indivíduo, faz pensar em outra possível causa da freqüente

⁵ No capítulo 4, essa teoria será discutida com detalhes.

⁶ “Bom desempenho ambiental em transformar é promover bom ambiente participando do grande processo de transformação, mas dissipando o mínimo possível, mesmo que não se possa apontar esse mínimo com exatidão (D’Agostini, 2005 - informação pessoal)”. O conceito de desempenho ambiental será discutido com mais detalhes no Capítulo 2.

alienação da sociedade. Ele deixa claro que não existem *direitos da natureza*, nem *direitos dos animais*. Tais conceitos constituem inversão dos sujeitos e objetos do direito. Ora, a crença em semelhante falácia pode induzir comportamento de reserva, passividade...: não vale a pena se incomodar por direitos que não me dizem respeito.

Tudo o que foi dito em relação ao *meio ambiente* é obviamente atinente ao caso mais específico da água. Por inferência imediata, pode-se afirmar que um dos principais objetivos da Lei das Águas deve ser, principalmente, promover adequado comportamento do homem em relação ao uso da água, fazer com que cada indivíduo se sinta responsável pelo bem comum água.

Infligir sanções é uma das formas de estimular cuidado e responsabilidade ao se mobilizar meios que são quase sempre bens coletivos, como a água. Investir na aprendizagem do uso da água, no sentido de o usuário melhorar cada vez mais seu desempenho ambiental no uso da água, é outra forma, desta vez de natureza preventiva. A primeira, apesar de muitas vezes eficaz, não promove ação a não ser pela denúncia, pois a mudança de comportamento nesse caso resulta mais de resignação do que aprendizagem. Além disso, a repressão cuida de dano *já causado*. Já o incentivo a bom desempenho ambiental, podendo este último emergir como *atitude* tanto individual como coletiva, é instrumento de combate, sem trocadilho, à passividade. Além de representar atividade mais valiosa, por preventiva⁷.

⁷ O Direito Ambiental tem três esferas básicas de atuação: a preventiva, a reparatória e a repressiva. O princípio da prevenção, também chamado da precaução ou da cautela, decorre do Princípio 15 da Declaração do Rio/92:

“De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas necessidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis par prevenir a degradação ambiental”.

Benjamin (1993) considera a prevenção mais importante do que a própria responsabilização do dano ambiental.

2.2. Desempenho Ambiental

A noção de desempenho ambiental, da maneira como foi elaborada pelo professor da UFSC Luiz Renato D'Agostini, é fundamentada no Segundo Princípio da Termodinâmica, assim enunciado por Clausius: “em sistemas isolados, a quantidade de entropia é crescente até um máximo”.

Uma importante implicação do Segundo Princípio da Termodinâmica é o fato de que, seja qual for o potencial energético mobilizado para uma transformação, o mesmo não pode ser completamente convertido em trabalho, em resultado útil. Ou seja, neste princípio está implícito que, em processos reais, se **R** é o resultado útil e **P** é potencial, energia mobilizada para se produzir esse resultado, sempre haverá fração **d** do potencial **P** que não será convertida em **R**:

$$R = P - d \quad (1)$$

Em outras palavras, nunca é possível transformar todo o potencial energético mobilizado para se realizar trabalho útil.

Por isso, por exemplo, que parte da energia do combustível de um automóvel não é transformada em trabalho, no caso, em deslocamento do veículo. Parte daquela energia é sempre dissipada na forma de calor, ruído e vibrações.

Analogamente, D'Agostini (2004b) considera que certa quantidade de água também encerra um potencial, no caso, um “potencial ambiental”: a água é útil quando com ela é possível se realizar algum trabalho, quando constitui *potencial* para a produção de um resultado. Em outras palavras, a água tem potencial ambiental quando existe possibilidade de

promoção de certas relações ambientais a partir dela (D'Agostini, 2004b). Torna-se importante, então, deixar claro o que se entende, aqui, por *ambiente*.

Ambiente, segundo D'Agostini (2001)⁸ é “produto de manifestações e relações entre sistemas ou componentes de sistemas”. Ou seja, ambientes são estados conscientes vividos por seres humanos, estados que emergem do significado daquelas relações. Diferentemente de *meio*: sede, lugar onde as relações acontecem.

Diz-se, portanto, de qualquer processo que afete o potencial ambiental encerrado em certa quantidade de água, que possui *significado ambiental*. Neste sentido, qualquer uso da água constitui relação com significado ambiental, pois implica sempre relação entre subsistemas ou componentes de sistemas: componentes utilizam a água do meio com o qual se relacionam, afetando o potencial ambiental disponível naquele meio. Daí decorre que a água não possui significado ambiental por si mesma, são as possibilidades a partir da água que lhe conferem tal significado.

Seguindo esta analogia estabelecida entre o uso da água e o Segundo Princípio da Termodinâmica, sempre que certa quantidade de água com determinada qualidade for mobilizada a fim de se produzir algum resultado útil, parte daquele seu potencial será sempre dissipado, “perdido” no decorrer do processo de transformação. Essa fração **d** do potencial, que é dissipada, é o custo entrópico da transformação pela qual a água passa: o custo entrópico no uso da água, pode-se dizer. A fração **d**, apesar de sempre maior do que zero, será tanto mais baixa quanto maior a qualidade do processo de transformação desejada - quanto melhor a qualidade do uso da água por parte de quem a utiliza. Ou seja, a magnitude da dissipação **d** no uso da água (assim como no uso de qualquer outro meio) depende sempre da eficiência do processo de transformação.

⁸ D'AGOSTINI, Luiz Renato. **Qualidade do Uso da Água, Indicador de Desempenho Ambiental**. 2001. Trabalho não publicado.

O Segundo Princípio, apesar de impor este custo entrópico inexorável, não determina, portanto, a magnitude da dissipação \mathbf{d} . A fração de \mathbf{d} que se pode evitar, mas que por qualquer razão não se evita, é chamada por D'Agostini (2004b) de custo ambiental. Custo ambiental é, assim, a fração do custo entrópico que o usuário da água, no caso, pode controlar: quanto menor o custo ambiental, menor o termo de dissipação \mathbf{d} , melhor a qualidade do uso da água, e melhor o desempenho ambiental do usuário.

Vale remarcar: por mais que um usuário se esforce em usar bem a água, nunca será possível transformar todo o seu potencial em resultado útil, como já foi dito. É no entanto possível usar a água de forma que todo seu potencial seja dissipado, de modo que o resultado que se desejava a partir de seu uso seja nulo. Nesse caso, o custo ambiental (e conseqüentemente o custo entrópico) seria o máximo possível. Além disso, não há um máximo de desempenho possível: sempre é possível melhorá-lo ainda mais, fazendo-se com que a dissipação \mathbf{d} seja cada vez menor:

Bom desempenho ambiental em transformar é promover bom ambiente participando do grande processo de transformação [do mundo] (do qual também nós humanos somos produto), mas dissipando o mínimo possível, mesmo que não se possa apontar esse mínimo com exatidão (D'Agostini, 2005) ⁹.

É possível, portanto, associando desempenho ambiental com o Segundo Princípio da Termodinâmica, avaliar desempenho ambiental, e utilizar essa medida, essa avaliação, como importante *instrumento de aprendizagem* do uso da água por parte do usuário. Basta, para tanto, encará-la como estímulo à responsabilidade, à mudança de comportamento para melhor – cada vez melhor, sempre. A avaliação constitui, assim, estímulo ao cumprimento do dever que cada indivíduo tem em relação ao coletivo: o dever de promover um bom ambiente - como já foi visto, direito de todos.

⁹ Informação pessoal.

2.3. Legislação ambiental brasileira e avaliação de desempenho ambiental: pontos em comum

Há, e deve haver, sempre uma relação entre política, educação e cidadania. Inclusive há, muitas vezes, convergência de discursos – idéias semelhantes aparecem, apesar de em domínios explicativos diferentes. Por exemplo, viu-se que a noção da responsabilidade de cada ator em relação ao ambiente coletivo está presente tanto na legislação ambiental brasileira, como também na idéia de desempenho ambiental desenvolvida pelo professor Luiz Renato D'Agostini: da mesma forma que a violação de um direito difuso - tal como o direito ao *meio-ambiente* equilibrado instituído pela Constituição Brasileira - afeta a todos, ensejando aos indivíduos co-responsabilidade, é o desempenho ambiental de cada um, a atitude de cada ator, que vai ajudar a definir o ambiente que todos irão compartilhar. Cada um é responsável pelo ambiente de todos, esta é a idéia central em ambos os casos.

E há algo mais em comum entre a posição da legislação ambiental brasileira, e a idéia de avaliação do desempenho ambiental: várias passagens na legislação deixam implícita a idéia de adoção de uma abordagem sistêmica para o trato de questões ambientais. A abordagem sistêmica ganhou muito espaço no final dos anos 60, com a Teoria Geral de Sistemas, de von Bertalanffy, com a teoria da informação e a cibernética, e com novas teorias no campo da biologia. Não se tratou, portanto, do aparecimento de uma nova ciência, mas realmente de uma nova abordagem, que pode ser empregada em diversas áreas da ciência, do conhecimento: uma abordagem comum que permite melhor compreensão e descrição de *situações de complexidade*¹⁰ como, por exemplo, aquelas que envolvem interesses difusos.

A abordagem sistêmica pode ser compreendida através de sua oposição à abordagem *reducionista*. Segundo Morin, citado em Benkirane (2002), a redução é um dos aspectos da

¹⁰ Com base em Morin (em entrevista dada a Benkirane, 2002) pode-se dizer que uma situação de complexidade envolve dois aspectos fundamentais: a natureza multidimensional dos problemas (*complexus*: aquilo que é tecido em conjunto); e as contradições irredutíveis que tais problemas suscitam.

simplificação. Através da simplificação, os diferentes objetos do conhecimento são estudados separados de seu contexto. “Reduzimos o conhecimento de um conjunto ou de um todo ao conhecimento das partes sem compreender que o todo tem qualidades que não se encontram nas partes”.

Estes conjuntos de que fala Morin são *sistemas* cujas partes estão sempre em interação: seus elementos estão organizados de tal forma que não é possível compreender o sistema como um todo se estudarmos cada elemento separadamente. A noção de Sistema¹¹, apesar de muitas vezes parecer vaga, ambígua, é cada vez mais utilizada, e em número cada vez maior de disciplinas. Uma célula, uma pessoa, podem ser tratados como sistemas, assim como uma empresa ou cidade. Neste trabalho, um sistema será sempre “conjunto, juntura, reunião de elementos em inter-relações, cuja organização têm significado para quem a distingue” (D’Agostini & Cunha, 2007).

Do ponto de vista termodinâmico, sistemas podem ser isolados, fechados ou abertos. Resumidamente, os isolados são aqueles que não realizam troca de matéria ou energia com o meio ou com outros sistemas; os fechados são os que podem trocar apenas energia com o meio, mas não matéria, e os abertos trocam energia e matéria com o meio. Os sistemas de que trata este trabalho são abertos.

Pode-se interpretar o *meio-ambiente* do qual fala a legislação como sendo um sistema e, assim, torna-se quase explícita sua intenção de abordar sistemicamente a questão ambiental, pois o Art. 4 da Lei 9.795/1999 diz que são princípios básicos da educação ambiental: I – o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; II – a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade.

Devido às próprias características, anteriormente expostas, de um interesse difuso, é realmente de se esperar que estudos compartimentados, reducionistas, não dêem conta de

¹¹ Etimologicamente, sistema significa “colocar junto”.

resolver problemas, elaborar propostas, etc., no campo ambiental: por constituir interesse difuso, torna-se necessário, ao tratar-se de questões ambientais que “(...) a sociedade seja vista não apenas como um agrupamento cuja unidade básica é o indivíduo, mas também como uma totalidade constituída a partir de arranjos coletivos.” (Fuks, 1996).

Pode-se dizer que D’Agostini (2005)¹² também considera essa interdependência - que não deve ser desprezada - entre o que na legislação (Art. 4º da Lei 9.795/1999, anteriormente citado) chamou-se *meio natural*; e o *sócio-econômico e cultural*, que guia as atitudes de cada indivíduo, pois para fins de avaliar Desempenho Ambiental, este autor considera que toda e qualquer transformação promovida por um sistema aberto, como o é cada indivíduo do planeta terra, representa mobilização de meios do sistema fechado do qual todos fazem parte: o sistema Terra. Logo, o potencial P de *meios disponíveis* no sistema fechado diminui para todos, a cada *mobilização, de cada indivíduo*. Assim, aspectos naturais e sociais não podem ser tratados separadamente, de maneira compartimentada, e a abordagem sistêmica é a mais adequada, também, para avaliar Desempenho Ambiental.

Adianta-se que, além de buscar promover a responsabilidade dos atores, e da opção metodológica por fazê-lo através de uma abordagem sistêmica, há outra característica em comum entre o Direito e a idéia de Avaliação do Desempenho Ambiental. Este outro ponto em comum, que se refere ao modo de avaliação, será, porém, explicado mais adiante.

¹² Informação pessoal

Capítulo 3

APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA

Viu-se, no capítulo 1, que uma das linhas de ação da Agência Nacional de Águas é a educação para a conservação e uso racional da água, ou seja, pode-se dizer que é intenção da ANA promover a aprendizagem do uso da água. A educação ambiental em relação ao uso da água está prevista também no Plano Nacional de Recursos hídricos, aprovado em 2006. É importante refletir, então, sobre o que se entende por aprendizagem, bem como compreender o processo envolvido. Além disso, o aprender quase sempre exige métodos e ferramentas que, construídos segundo diferentes idéias e teorias de aprendizagem, mudam, evoluem com o tempo. O próprio conceito de aprendizagem muda com a evolução das teorias.

Aprendizagem: de reducionista a sistêmica

*"Conte-me e eu vou esquecer,
Mostre-me e eu vou me lembrar,
Envolve-me e vou entender."*
Atribuído a Confúcio (551-479 AC).

Diferentes correntes teóricas sobre aprendizagem se desenvolveram ao longo do tempo. Na primeira metade do século XX, a visão reducionista ainda dominava – com a corrente teórica chamada behaviorismo.

A teoria behaviorista começou a ser desenvolvida na psicologia por Watson, por volta de 1913 (Milholan e Florisha, 1978). Para Watson, a psicologia era considerada ciência do comportamento (behavior, em inglês). E por entender comportamento como simples movimentos de músculos e atividades de glândulas, sustentava que o mesmo deveria ser

estudado sempre e exclusivamente de modo objetivo. Aliás, um dos princípios do behaviorismo é que *“só é possível teorizar e agir sobre o que é cientificamente observável”* (Zacharias, 2007). A influência de Watson foi muito grande, “a ponto de a maioria das teorias da aprendizagem que se seguiram serem behavioristas” (Milholan e Florisha, 1978).

A teoria behaviorista foi revista por Skinner, por volta de 1950. Skinner realizou uma série de experiências com ratos, tendo desenvolvido para isso o que se tornou conhecido como “caixa de Skinner”. Através deste aparelho o experimentador podia, a partir de diversas condições de estímulo, controlar o comportamento do rato. Skinner passou, depois do êxito de suas experiências, a acreditar na existência de “leis de aprendizagem”, as quais se aplicariam a todos os organismos. Para ele, o estudo do comportamento não dependia do que se passava no interior do organismo aprendente (Milholan e Florisha, 1978).

Segundo a abordagem behaviorista, portanto, não importa o que acontece dentro do cérebro durante o processo de aprendizagem (o cérebro é considerado simples “caixa-preta”), importa somente a resposta do mesmo em relação a estímulos externos. É neste sentido que o behaviorismo pode ser classificado como reducionista: o estudo da aprendizagem se dá através do estudo isolado de seus componentes - a aprendizagem seria simples resposta mecanicista a forças externas.

Piaget observou, porém, que crianças passavam por diferentes estágios de desenvolvimento, os quais não estariam relacionados a estímulos externos, e propôs, então, que o cérebro estaria ativamente envolvido no processo de aprendizagem (Kelly, 1997). A partir de então, passou-se a considerar que o estudo do processo de aprendizagem não poderia partir apenas do estudo das partes envolvidas - o estudo da interação entre essas partes tornou-se essencial, bem como o contexto onde tal processo ocorre. Este entendimento constitui evolução do conceito de aprendizagem, o qual se insere no que Kelly (1997) chama de o “dramático deslocamento, ocorrido no início dos anos 60, da visão reducionista do

comportamento humano para a visão não-reducionista”, ou seja, ocorreu uma mudança de paradigma.

Neste sentido, a teoria de Piaget, chamada Epistemologia Genética, é considerada passagem para uma visão mais complexa da aprendizagem. Novas interpretações começaram então a surgir, dando origem às chamadas teorias “cognitivas”. As teorias cognitivas, de maneira geral, procuram investigar como os organismos conhecem seu ambiente, e o foco de investigação está justamente no processamento interno ao sujeito aprendente.

A idéia de Piaget inspira até hoje pesquisadores em diversas áreas do conhecimento. Por exemplo, Maturana e Varela (2004), em seu livro “A Árvore do Conhecimento – as bases biológicas da compreensão humana”, defendem que cada ser vivo possui uma estrutura que determina seu domínio cognitivo. Para eles, da mesma forma que para Piaget, o processo cognitivo não é simples absorção de algo externo e objetivo, mas processo ativo, em que nossa estrutura biológica é agente efetivo - através dela nós criamos nosso mundo, formado pelas nossas experiências. Ou seja, para estes autores, o conhecimento não só depende do que acontece dentro da “caixa-preta”, como é produto da interação entre sujeito e objeto. E se a experiência de todas as coisas exteriores é validada de maneira particular pela estrutura humana, essa estrutura é que torna possível aquilo que surge na descrição do mundo feita pelo ser vivo. Para entender como conhecemos, é necessário portanto entender a organização do ser vivo, pois é ela que determina esse “como conhecemos”.

Com a mudança de paradigma iniciada por Piaget, a experiência deixou então de ser vista como mera fonte de estímulos, e foi-se reconhecendo cada vez mais o seu valor no processo de aprendizagem. Porém, de acordo com Kelly (1997), apesar de a teoria cognitiva ter reconhecido a importância da experiência, não pôde formular uma teoria adequada a respeito de sua função na aprendizagem. Segundo Munford (2005), Knowles foi primeiro a fazê-lo, ao reconhecer como crucial a importância de adultos aprenderem a partir da própria

experiência: um dos princípios básicos de sua teoria da Andragogia¹³ diz que a experiência acumulada (incluindo erros) é base para o aprendizado de novos conceitos e novas habilidades.

David Kolb foi outro teórico a valorizar a experiência, incorporando-a em seu muito utilizado e difundido modelo de aprendizagem: o *ciclo de aprendizagem experiencial*. Seu modelo é um ciclo recorrente, através do qual o aprendente testa conceitos novos e os modifica em consequência da reflexão e da conceitualização (Kolb, 1978).

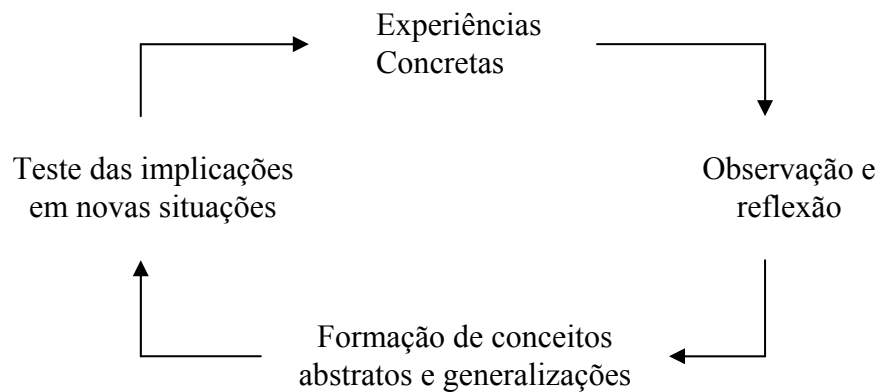


Figura 1: Processo vivencial de aprendizagem segundo Kolb
Fonte: Kolb, 1978

No que se refere à valorização da experiência em processos de aprendizagem, Munford (2005) destaca também as pesquisas e idéias de Chis Argyris, o qual, na mesma linha de Kolb, trabalhou para o desenvolvimento da aprendizagem organizacional, fazendo ao mesmo tempo progredir o entendimento da aprendizagem experiencial (Smith, 2001a).

Argyris e Donald Schön propuseram o conceito das “teorias de ação”. Segundo estes autores, as pessoas elaboram teorias, que funcionam como mapas sobre como planejar, implementar e rever suas ações (Smith, 2001b). As teorias de ação dividem-se em dois grupos: o das “teorias esposadas” e das “teorias-em-uso”. As teorias esposadas resultam de

¹³ O conceito de Andragogia, criado por Knowle, significa “a arte e ciência de ajudar o adulto a aprender”. A pedagogia, por sua vez, era para ele a “a arte e ciência de as crianças a aprenderem”.

uma combinação de crenças, atitudes e valores nos quais as pessoas acreditam que seu comportamento esteja baseado. Teorias-em-uso são as teorias de ação reveladas pelo comportamento, são os mapas que as pessoas realmente usam para agir (Smith, 2001b).

As teorias-em-uso tendem a ser estruturas tácitas. Argyris sustenta que “algumas pessoas sabem que não usam as teorias que elas esposaram, e outras desconhecem aquelas que usam” (Argyris, 1977). É importante remarcar que Argyris não afirma simplesmente que certas pessoas não agem de acordo com o que consideram suas teorias de ação (o que não seria, segundo o autor, uma nova descoberta). Ele diz que as pessoas utilizam certas teorias para programar e controlar suas ações, teorias as quais elas desconhecem (Argyris, 1977). Senge inclusive cita Argyris expressando a idéia deste último em termos de “modelos mentais”: “Embora não se comportem [sempre] de forma coerente com suas teorias esposadas [aquilo que dizem], as pessoas comportam-se de forma coerente com suas teorias-em-uso [seus modelos mentais]” (Argyris apud Senge, 2002).

Argyris e Schön desenharam um modelo do processo de ação segundo sua teoria:

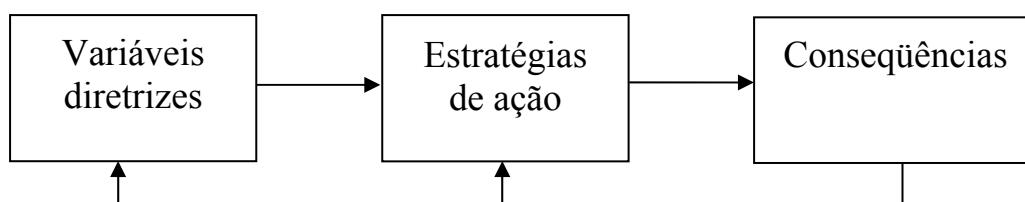


Figura 2: Modelo do processo de ação segundo as teorias de ação de Argyris e Schön.
Fonte: Smith, 2001a.

Na figura 2, as variáveis diretrizes são aquelas que governam as ações de uma pessoa ou grupo. Cada ação se origina de subconjunto dessas variáveis – que compõem as teorias em uso do indivíduo, grupo ou organização. Quando as conseqüências das estratégias de ação

utilizadas são aquelas que as pessoas esperavam que fosse, então a teoria-em-uso é confirmada. Mas pode ser que a consequência seja inesperada. Nesse caso, as pessoas desconheciam quais eram as teorias que realmente guiaram suas ações - não houve congruência entre a teoria esposada e a teoria-em-uso. Quando não há essa congruência, ocorre o *erro* – que para Argyris e Schön nada mais é do que uma “disparidade entre uma intenção e suas consequências efetivas”.

Se as pessoas desconhecem as teorias que guiam suas ações (suas teorias-em-uso), elas não são capazes de efetivamente gerir seu comportamento. Argyris e Schön sugerem que é preciso desenvolver essa congruência: aprender. Pois a aprendizagem “ocorre quando detectamos um erro e o corrigimos” (Argyris, 1977).

A partir daí, aqueles autores procuraram compreender quais eram as condições favoráveis à aprendizagem, e quais as inibidoras. E construíram dois modelos de processos de aprendizagem, os quais refletem as duas maneiras básicas de os indivíduos, grupos ou organizações corrigirem seus erros (Figura 3):

- Através da modificação do comportamento, em processo chamado “*single loop learning*” (aprendizagem de uma volta);
- Através da modificação do modelo mental - o qual determina o comportamento - em processo denominado “*double loop learning*” (aprendizagem de duas voltas).

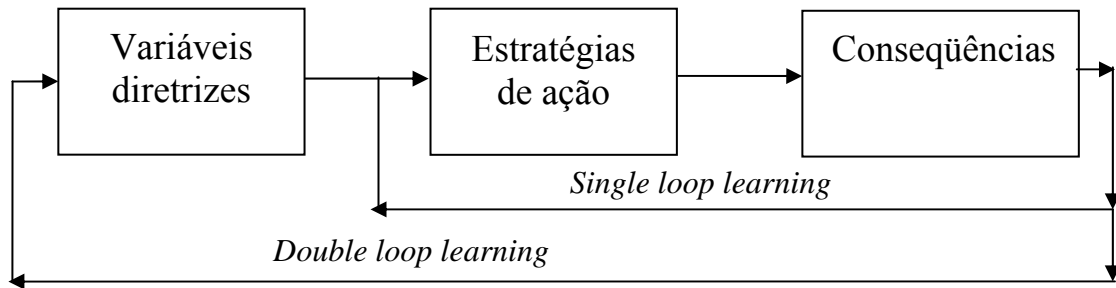


Figura 3: Modelos de processos de aprendizagem segundo Argyris e Schön.
Fonte: Smith, 2001a.

Chris Argyris e Donald Schön, tomando uma organização como referência, descreveram estes processos da seguinte forma:

Quando o erro detectado e corrigido permite à organização realizar suas estratégias ou alcançar seus objetivos, então o processo erro-e-correção ocorrido é a aprendizagem *single-loop* (uma volta). A aprendizagem *single-loop* é como um termostato que aprende quando está muito quente ou muito frio e assim, diminui ou aumenta a temperatura. O termostato pode desempenhar sua tarefa porque ele pode receber informações (a temperatura do quarto) e realizar uma ação corretiva. A aprendizagem *double-loop* (duas voltas) ocorre quando o erro é detectado e corrigido de modo que haja modificação de normas subjacentes, de políticas e de objetivos de uma organização (Argyris, 1977).

Pode-se dizer que, no caso da aprendizagem *single-loop*, há aprendizagem sem haver mudança estrutural, enquanto que na aprendizagem *double-loop*, o próprio termostato muda com a aprendizagem.

Importa remarcar que os processos de aprendizagem propostos por Argyris e Schön se aplicam tanto à aprendizagem individual, quanto à organizacional (Argyris, 1977). Além do que, “da aprendizagem individual emerge a aprendizagem organizacional, que por sua vez alimenta a aprendizagem individual” (Argyris, 1977).

De acordo com os pesquisadores Finger e Asún (apud Smith, 2001a) Argyris e Schön, ao introduzirem o termo “teorias de ação”, forneceram mais estrutura e coerência à

função da conceitualização abstrata do ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb: “a conceitualização abstrata tornou-se algo que se pode analisar e trabalhar em cima” (op. cit.). Finger e Asun consideram que, através da noção de “aprendizagem em ação” Argyris e Schön incrementaram o ciclo de aprendizagem experiencial (Smith, 2001a).

As idéias de Argyris e Schön influenciaram e ainda influenciam não só inúmeros autores, mas diretamente o trabalho organizacional. Seu conceito de “teorias de ação” é considerado de valor inestimável para se compreender a dinâmica, conflitos e comportamentos de equipes de trabalho (Onepine, 2005).

Argyris também foi dos primeiros a defender que as organizações deveriam estar em constante aprendizagem (“organizações aprendentes”). Peter Senge, na mesma linha, foi um dos influenciados pelas idéias de Argyris, o qual foi seu professor. Em um dos seus livros ele fala com admiração de um workshop informal do qual participou, onde Argyris praticou sua abordagem:

A despeito de ter lido grande parte de seus trabalhos, eu não estava preparado para o que aprendi quando vi pela primeira vez Chris Argyris praticar sua abordagem (...). Nunca havia visto uma demonstração tão drástica de meus próprios modelos mentais em ação, ditando meu comportamento e minhas percepções. Mas ainda mais interessante, tornou-se claro que, com um treinamento adequado, eu poderia me tornar muito mais consciente de meus modelos mentais e seus mecanismos de funcionamento (Senge, 2002).

Tanto Chris Argyris e Donald Schön quanto Peter Senge trabalharam (e trabalham) a conectividade entre o mundo individual do trabalhador e o mundo da organização. Entretanto, enquanto o foco de Argyris é muito mais forte nas interações e defesas entre indivíduos e grupos, Schön e Senge começaram a pensar em termos de sistemas e estruturas: “nós devemos inventar e desenvolver instituições que se comportem como “sistemas aprendentes”, isto é, sistemas que tragam neles mesmos a capacidade de se transformarem continuamente” (Schön, apud Smith 2001b).

Segundo Smith (2001c), um dos grandes feitos de Peter Senge foi o modo com que ele “colocou a teoria dos sistemas para trabalhar”. Senge aplicou a teoria dos sistemas à

administração, expandindo, desenvolvendo aquele conceito de organizações que aprendem já presente em Argyris e Schön. Partindo da teoria dos sistemas, Senge propôs um conjunto de cinco disciplinas a serem desenvolvidas para que as organizações se tornem organizações aprendentes: domínio pessoal, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizagem em equipe, e pensamento sistêmico - a quinta disciplina (Senge, 2002). A quinta disciplina seria a chave para a aprendizagem, segundo o ponto de vista deste autor.

Segundo Senge (2002) cada uma dessas disciplinas representa corpo significativo de teorias e métodos de gestão, alguns dos quais remontam a centenas de anos atrás. A novidade foi perceber como havia sinergia entre elas: a quinta disciplina - o pensamento sistêmico - integra todas as outras.

Em seu livro “A Quinta Disciplina, arte e prática da organização que aprende”, Senge define pensamento sistêmico como “quadro de referência conceitual, conjunto de conhecimentos e ferramentas desenvolvido ao longo dos últimos cinquenta anos para esclarecer os padrões como um todo e ajudar-nos a ver como modificá-los efetivamente”. Mais adiante, complementa: “todas as disciplinas envolvem uma mudança de mentalidade, de ver partes para ver o todo, de ver as pessoas como reativas e impotentes para considerá-las participantes ativas na formação de sua realidade (...)” (Senge, 2002). A teoria dos sistemas trabalha com o todo e com as conexões entre as partes. Neste aspecto, ela permite às pessoas olharem a sua volta, e perceberem o impacto de suas ações sobre os outros – e serem capazes de mudar o modelo mental que determina aquelas ações.

Segundo Senge (2002), portanto, a partir do desenvolvimento daquelas cinco disciplinas é possível as organizações tornarem-se organizações aprendentes. O significado de aprendizagem, para esse autor, ultrapassa aquele que no uso cotidiano geralmente é mera “internalização de informações”. Para ele, aprendizagem está mais próxima de uma mudança de mentalidade – de uma *metanóia* - que, explica o autor, para os gregos significava mudança

ou alteração fundamental, transcendência. Havendo essa mudança fundamental, pode-se dizer que uma organização aprende. O conceito de aprendizagem de Senge remete ao “*double loop learning*”, de Argyris e Schön.

O modo como Peter Senge aplicou a teoria dos sistemas gerou algumas críticas. Smith (2001c) lembra que, “mesmo tendo ele introduzido apreciações gerais e atentado a valores, sua teoria não está ajustada inteiramente em uma estrutura política ou moral”. Segundo Smith, a abordagem de Senge opera apenas no nível de interesses organizacionais, não havendo considerações sobre questões como justiça social, democracia e exclusão, o que representaria um contraste em relação à abordagem de Peter Drucker, por exemplo, o qual argumenta que nenhuma instituição existe por ela mesma e tem um fim nela mesma. De acordo com Peter Drucker, todas elas são órgãos de uma sociedade, cuja existência e finalidade são sempre sociais (Smith, 2001c).

No entanto, em entrevista dada a Rubem Eiras, em 2001, Senge mostra ter se preocupado, sim, com o ambiente no qual as empresas estão inseridas, como se depreende do extrato a seguir:

R.E: Outra questão que frisou no seu discurso foi a relação das empresas com o meio ambiente e a envolvente social. Parece partilhar da mesma filosofia que Arie de Geus preconiza no seu livro "The Living Company", sobre as empresas funcionarem numa base biológica, como sistemas vivos...

P.S: Há que reconhecer que a organização é um sistema vivo e existe dentro de outros sistemas vivos maiores, neste caso o ecossistema e a sociedade. Para os sistemas serem saudáveis, deve haver reciprocidade entre estes. Essa é a condição básica de qualquer sistema natural. Por exemplo, o cancro é um sistema vivo que destrói o seu hóspede, um sistema vivo muito maior. Depois de um tempo, o cancro acaba, porque dura até que acaba com a viabilidade do outro maior. É assim que maior parte das empresas atua hoje em dia (Peter Senge e Eiras, 2001).

Do que foi dito por Senge infere-se que não só a abordagem sistêmica adotada por ele pode levar em conta os problemas sócio-ambientais que envolvem organizações e

indivíduos, como é a mais adequada para lidar com os mesmos, e fazer com que as organizações aprendam a lidar com tais questões.

A maior parte dos problemas relacionados a questões ambientais e, mais especificamente, à gestão de recursos naturais origina-se do fato de haver muitos interessados na questão, muitos interesses diferentes, e alta interconectividade entre todos os envolvidos, o que gera muitas vezes situações de incerteza e conflitos. Esta natureza complexa que caracteriza as questões sobre recursos naturais tem realmente levado teóricos, políticos e gestores de recursos a adotarem, preferencialmente, a abordagem sistêmica em suas investigações. Schlindwein (2005) apóia esta idéia ao dizer que, “se ‘sistema é uma palavra-raiz para complexidade’, então pensamento sistêmico e prática sistêmica são competências-chave no processo de aprendizagem de como lidar com situações de complexidade do ‘mundo-real’”.

A partir do que foi dito neste capítulo, percebe-se evidente conexão entre a aprendizagem de “*double loop*” de Argyris e Schön (Argyris, 1977), a teoria de Maturana e Varela (2004) sobre estruturas que determinam o domínio cognitivo de um organismo (a aprendizagem ocorre, segundo os autores, quando há mudança nessas estruturas), e a idéia de Senge sobre a aprendizagem estar relacionada com uma *metanóia*. A partir desta idéia, ponto comum entre diversos pesquisadores, assume-se neste trabalho que a aprendizagem do uso da água ocorre quando o usuário da água é capaz de detectar “erros” relacionados ao uso deste recurso, de descobrir meios de corrigi-los e o fazer, de modo que esta atitude não seja passageira, mas decorrente de real mudança em seus modelos (estruturas) mentais. Assume-se também a abordagem sistêmica como a mais adequada para promover essa aprendizagem do uso da água, tanto individual, quanto organizacional, por tratar-se de questão caracteristicamente complexa. Em síntese, neste trabalho considera-se necessário implementar uma aprendizagem sistêmica do uso da água.

Capítulo 4

INSTRUMENTOS DE APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA

*“(...) ele elaborava conjuntamente práticas e teorias
em uma permanente reflexão recursiva,
uma irrigando a outra como
um parafuso sem fim”*
Sobre o modo de trabalhar
de Leonardo da Vinci
(Le Moigne, 2006).

A idéia de aprendizagem a partir da reflexão sobre experiências e ações, a idéia de processo cíclico e contínuo de aprendizagem e de interação que se vê no modelo de Kolb e também no de Argyris e Schön, já eram caminho para a abordagem explicitamente sistêmica sustentada por Senge. O primeiro passo na direção desta abordagem não reducionista teria sido dado por Piaget, na medida que o eixo central de sua teoria da aprendizagem deixou de ser o estudo das partes e passou a ser a interação sujeito-objeto ou, de modo mais geral, a interação organismo-ambiente. É portanto procedente que a aprendizagem do uso de recursos naturais, no caso a água, acompanhe esta tendência, como qualquer outro processo de aprendizagem (importa lembrar que, no que concerne ao uso da água, a aprendizagem por parte do usuário pode se referir tanto a indivíduos quanto a grupos e organizações).

Senge et al. (2000) defendem que o melhor caminho para mudar um modo de pensar ou agir é fornecer ferramentas, cujo uso induzirá novos comportamentos. Não basta valorizar a complexidade da qual o pensamento sistêmico se ocupa. É preciso saber operacionalizar de forma suficientemente simples: daí a necessidades de ferramentas.

Segundo aqueles autores, existe um ciclo contínuo que passa pela criação de teorias, desenvolvimento e aplicação de ferramentas, e métodos práticos baseados nas teorias. A prática realimenta o ciclo, pois leva a novas idéias, as quais melhoram as teorias. Relacionando esta idéia com a teoria de Argyris (1977), pode-se dizer que, a partir do

entendimento do processo, é possível desenvolver ferramentas que ajudem as pessoas a agirem de forma mais consciente, percebendo como seu comportamento está relacionado aos mapas de ação que têm em mente.

Esta relação entre criações teóricas e prática sistêmica é fundamental ou mesmo característica da aprendizagem sistêmica de modo geral. Schlindwein (2005) se utiliza inclusive de “um diagrama cíclico de aprendizagem” (Figura 4) para caracterizar a relação entre pensamento e prática sistêmica, mostrando a forte ligação entre aprendizagem sistêmica e o “ciclo interminável” teoria/prática: “a cada nova passagem pelo ciclo, melhor será a capacidade de pensar sistemicamente e mais efetiva será a ação prática”. Pode-se complementar: e maior será a aprendizagem.

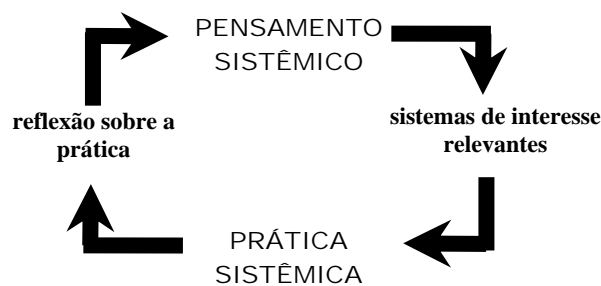


Figura 4: Ciclo de aprendizagem representando a relação entre pensamento e prática sistêmica. Fonte: Schlindwein, 2005

Seguindo esta linha de pensamento, no caso da aprendizagem do uso da água deve-se, portanto, também se utilizar ferramentas, instrumentos adequados que auxiliem o aprendizado, que promovam melhor uso da água (aumento da qualidade de uso). Tais ferramentas, de tudo o que já foi dito, deveriam ser compatíveis com a aprendizagem sistêmica, por ser essa a abordagem mais adequada para tratar de situações complexas como as que envolvem o uso de recursos naturais. O desenvolvimento de ferramentas poderia ser inserido no ciclo de aprendizagem apresentado por Schlindwein (2005) conforme a Figura 5.

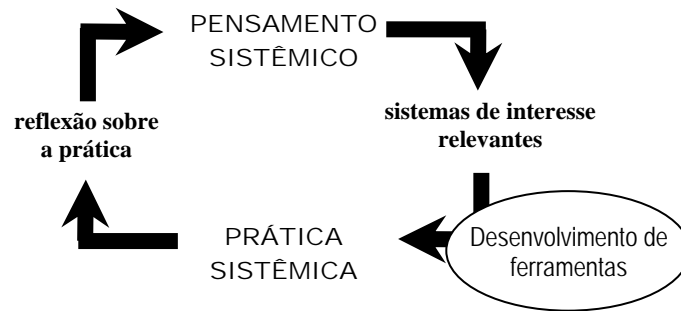


Figura 5. Ciclo de aprendizagem representando a relação entre pensamento e prática sistêmica, com destaque para a fase de desenvolvimento de ferramentas anterior à prática. Adaptado de Schlindwein, 2005.

Ocorre que, ao mesmo tempo em que a legislação ambiental, como já foi visto, estabelece - mesmo que implicitamente - a abordagem sistêmica princípio básico da educação ambiental (Art. 4 da Lei 9.795/1999), institui a cobrança pelo uso da água como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997 cap. IV, Art. 5º, inciso IV). A questão que se impõe é se a cobrança pelo uso da água pode ser considerada prática sistêmica enquanto instrumento de aprendizagem, ou mesmo enquanto instrumento de gestão de recursos hídricos.

Um dos objetivos da cobrança, segundo a lei, é “incentivar a racionalização do uso da água”, do que se deduz que a política nacional visa realmente mudança de comportamento (aprendizagem) do usuário em relação ao uso da água. Pode-se questionar também, então, se a cobrança, enquanto instrumento de aprendizagem - sistêmico ou não - é capaz de proporcionar significativa mudança de comportamento do usuário em relação ao uso da água.

4.1 A cobrança pelo uso da água enquanto instrumento de aprendizagem

4.1.1. Introdução

A primeira alusão à cobrança pelo uso da água no Brasil aparece no código Civil de 1916, que já classificava mares e rios como bens de uso comum. A utilização desses bens de uso comum poderia ser gratuita ou retribuída, conforme as leis da circunscrição administrativa a que pertencessem: União, Estados ou Municípios (arts. 66/I e 68).

O Código das Águas, decretado em 1934 e alterado em 1938, segue o mesmo princípio. Considerado um código avançado para a época, ele já continha conceitos atuais de gerenciamento de recursos hídricos como: solidariedade de bacias, hierarquia de uso, internalização dos custos externos, cobrança pela poluição, e poluidor visto como usuário pagador.

Em 1981, a Lei n.6938, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, obriga o poluidor a recuperar e/ou indenizar os danos causados e, o usuário, a contribuir pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

A seguir, a Constituição de 1988 (artigo 21, inciso XIX) estabelece que é competência da União instituir um sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos e normas para outorga de direitos de uso, sendo da competência privativa da União legislar sobre as águas (art. 22 da Constituição Federal).

Finalmente, a Lei n. 9433, de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do art.21 da CF, determinando no art. 5º, IV, “a cobrança pelo uso de recursos hídricos”.

Em 2000, a Lei n. 9984 institui a Agência Nacional de Águas – ANA. É de sua competência outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em

corpos de água de domínio da União, e implementar, em parceria e com a iniciativa dos Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Compete aos comitês de bacia, porém, estabelecer os mecanismos dessa cobrança e sugerir os valores a serem cobrados (Lei n. 9433/97, art.38).

Observa-se que é o detentor da outorga dos direitos de uso quem deverá pagar pela utilização dos recursos hídricos. Ou seja, o consumidor da prestação de serviços de tratamento, de abastecimento, de coleta e esgotamento de dejetos (rede de esgotos) não será cobrado, mas apenas aqueles que “utilizam os recursos hídricos por meio de captação direta dos corpos d’água, incluindo em sua atividade econômica, ou daqueles que os utilizam em sua atividade econômica para, posteriormente, esgotá-lo diretamente no corpo d’água (exemplos: produtores rurais, companhias de abastecimento, empresas geradoras de energia elétrica, indústrias, etc.)” (Vettorato, 2004).

4.1.2 Cobrança pelo uso da água: prática sistêmica?

Santos (2002), em tese de doutorado intitulada “O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário” conclui que, em todos os casos analisados em seu trabalho, “a cobrança por uso da água, por si só, tende a ter pouco impacto na mudança de comportamento do poluidor/usuário”. Tal conclusão é confirmada também por pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA):

(...) os valores estimados para o custo marginal de tratamento de efluentes mostram-se bem acima do valor atual da cobrança por diluição de efluentes na bacia. Isso sugere que a cobrança, nesse primeiro momento, terá impacto muito limitado como mecanismo de incentivo a atividades de controle de poluição hídrica por parte dos estabelecimentos. (Feres et al, 2005).

Pode-se dizer, portanto, que a cobrança por si só, não é eficiente enquanto instrumento de aprendizagem do uso da água. Uma possível explicação para isso poderia ser justamente o fato de a cobrança não ser prática sistêmica, mas instrumento de aprendizagem do tipo estímulo-resposta: a cobrança seria eficaz apenas por atingir o usuário - em linguagem popular - em seu órgão mais sensível, o bolso. Espera-se reação do usuário a este estímulo “negativo”. Instrumentos de aprendizagem do tipo estímulo-resposta não foram desenvolvidos com o fim de promover mudança no modelo mental do usuário¹⁴, pré-requisito, segundo Senge (2002) para uma aprendizagem sistêmica: torna-se claro, assim, não ser possível apontar com clareza, no ciclo conceitual da aprendizagem sistêmica (Figuras 4 e 5), onde uma relação estímulo-resposta estaria situada. Além disso, todas as críticas à aprendizagem behaviorista seriam válidas para o caso da cobrança pelo uso da água¹⁵.

Segundo pesquisas de Argyris (1977), quando uma ação corretiva visa não à alteração do modelo mental das pessoas, mas apenas alteração de comportamento a partir de estímulo externo - como é o caso da cobrança -, a mudança de comportamento decorrente é na maior parte das vezes transitória e superficial: sob pressão o usuário poderia melhorar seu desempenho no uso da água, mas caso o valor a ser pago deixasse de ser importante, o mau uso voltaria a prevalecer, pois os valores presentes nas teorias-de-ação do usuário não teriam sido alterados.

Há também a possibilidade de o pagador ser indivíduo ou empresa abastada financeiramente e, assim, o usuário não ser nem ao menos estimulado pela cobrança a pensar sobre o uso que fez da água, pois pode pagar sem dificuldade. Pode constituir vantagem para

¹⁴ A estrutura mental, como o cérebro, pode ser analogamente considerada “caixa-preta”. Como, a priori, a “caixa-preta” não está envolvida no processo de aprendizagem baseada em estímulos-resposta, não há como, a partir do modelo behaviorista, afirmar que houve ou não mudanças estruturais na mesma.

¹⁵ Le Moigne (2006), por exemplo, em seu livro “A teoria do Sistema Geral – teoria da modelação”, critica fortemente o modelo behaviorista, ao comentar sobre os horríveis males do modelo behaviorista estímulo-resposta sobre o pensamento psicológico contemporâneo. Este autor cita, inclusive, textos de Koestler e de Bertalanffy, em que os mesmos compartilham de sua opinião.

o usuário simplesmente pagar para dispor de quanta água ele queira - desperdiçando ou não. Neste caso, a cobrança, enquanto instrumento de aprendizagem do tipo estímulo-resposta, falharia já no estímulo.

Os argumentos dos parágrafos anteriores já apontam não ser a cobrança prática sistêmica enquanto instrumento de aprendizagem. Schlindwein (2005), em seu artigo intitulado “Prática Sistêmica para se lidar com situações de complexidade”, apresenta uma tabela na qual reúne características, a seu ver as principais, que diferenciam as práticas não-sistêmicas das práticas sistêmicas. Várias considerações podem ser feitas a partir da tabela 1, evidenciando-se que a cobrança pelo uso da água não é, de fato, prática sistêmica.

Tabela 1: “Diferenças gerais entre características de práticas não-sistêmicas e práticas sistêmicas”
Schlindwein, 2005.

Prática(s) não-sistêmica(s)	Prática(s) sistêmica(s)
	São utilizadas para estruturar uma situação percebida como problemática, de complexidade
Assumem que existem problemas que podem ser bem delimitados e manipulados isoladamente	Consideram que problemas não existem isoladamente, e que os “ambientes” dos problemas também precisam ser considerados
	Consideram que a interação do sistema de interesse com seu contexto (“ambiente”) é o foco principal de atuação e da promoção de mudança
O foco é alcançar um determinado objetivo ou resultado	O foco está no processo [de aprendizagem] implicado no alcance de um objetivo ou resultado → desenho de “sistemas de aprendizagem”
Partem do entendimento de que é possível resolver o problema	Voltadas à promoção de melhorias nas situações-problema em que são aplicadas
A ética presente é a que decorre da “objetividade”, da aceitação da existência de um mundo “objetivo”	A ética presente é a da responsabilidade, já que considera o mundo resultado do ato de distinção de seres conscientes

Na cobrança pelo uso da água, o foco não está, absolutamente, no processo de aprendizagem, aqui processo de aprendizagem do uso da água. Não importa, no processo de cobrança, se o usuário refletiu sobre o uso que fez da água ou não, se ele pretende mudar ou não seu comportamento no futuro, apenas se espera que o estímulo negativo de uma cobrança excessiva o faça reagir. O comportamento do usuário pode, inclusive, continuar o mesmo indefinidamente, basta ele cumprir a lei, e pagar pelo que deve. Havendo o pagamento, está cumprido o objetivo da cobrança: o foco do processo é alcançar o objetivo.

Ao pagar pelo que deve, o usuário faz seu dever perante lei, não importando a qualidade do uso que ele fez da água. Não é levada em conta a diminuição de disponibilidade de água para outros usuários (relembrando a noção de desempenho ambiental, o potencial P de recursos disponíveis no sistema fechado diminui para todos, a cada mobilização desses recursos). Não é levado em conta, portanto, o “ambiente” do problema, enquanto que em práticas sistêmicas, segundo a tabela construída por Schlindwein (2005), sempre é considerada a interação do sistema de interesse com seu contexto (“ambiente”) - “foco principal de atuação e da promoção de mudança”.

Está implícito também na aplicação da cobrança como instrumento de gestão de recursos hídricos que o simples “pesar no bolso do usuário” é capaz de resolver o problema do mau uso da água. Esta idéia se opõe àquela explícita na noção de desempenho ambiental: “por mais que se melhore o desempenho, sempre será possível melhorá-lo ainda mais – na medida em que se possa fazer com que a dissipação d seja cada vez menor” (D’Agostini e Cunha, 2007). Um instrumento de gestão e aprendizagem cujo objetivo fosse promover melhor desempenho ambiental no uso da água agiria justamente promovendo “melhorias nas situações-problema” (quinto item da tabela 1) que envolvem uso da água (penúltimo item da tabela 1). E promovendo melhorias contínuas, visto ser sempre possível melhorar desempenho ambiental, por melhor que ele seja.

Por fim, o último item da tabela 1 se refere à “ética da responsabilidade, que considera o mundo resultado do ato de distinção de seres conscientes”. Do que já foi dito, obviamente essa ética não está presente na prática da cobrança, visto que simplesmente o ato de pagar já exime, perante a lei, o indivíduo da responsabilidade sobre o uso da água, da responsabilidade para com os outros usuários ou para com as “futuras gerações” - como, contraditoriamente, institui a própria Constituição Brasileira.

4.2 IQUA: instrumento de aprendizagem pela avaliação de desempenho ambiental

O indicador IQUA - Indicador da Qualidade de Usos da Água (D’Agostini, 2004b) - revela, como seu nome já sugere, o nível de desempenho ambiental de um indivíduo, organização, etc., no uso de água para a obtenção de determinados resultados. Em outras palavras, o indicador é avaliação do desempenho ambiental do ser humano ou organizações em usar a água.

A avaliação é instrumento de aprendizagem na medida em que é processo de *feedback* para o aprendente: ela faz a conexão entre performance e as estruturas de conhecimento de quem aprende (Fors et alii, apud Calmon, 1998). O IQUA, sendo instrumento de avaliação, possibilita um *feedback* ao usuário, que pode acompanhar a evolução de seu desempenho no uso da água, para melhor ou para pior. A prática constante da avaliação, segundo Calmon (1998), “pode gerar o aprendizado organizacional [e/ou individual] na medida em que permite a detecção de erros e sinaliza para alternativas concretas de ação que gerem incremento da eficiência e da eficácia”. Para Calmon, essa

prática pode vir a transformar, como já foi dito, estruturas de conhecimento¹⁶, o que constituiria, de acordo com a teoria de Argyris (1977) e com as idéias de Senge (2002) e Maturana e Varela (2004), *aprendizagem* - por parte, no caso, do usuário da água.

A avaliação de desempenho ambiental enquanto instrumento de aprendizagem no uso da água também se enquadra, de certa forma, no que Martini (2000) classifica como “instrumentos educativos-morais”, que visam “induzir as pessoas a um comportamento ambientalmente desejável”. Martini (2000) considera que, quando se utiliza este tipo de instrumento, a questão ambiental é vista como problema educacional a ser enfrentado pela sociedade. Não obstante aponte algumas limitações a este enfoque educativo-moral, este autor se surpreendeu com o fato de que a opção pela educação ambiental não estivesse, na época em que realizou sua tese de doutorado, contemplada nos regulamentos que tratam de recursos hídricos: na Lei N° 9.433, a “Lei das Águas”, não há nenhum dispositivo que estabeleça esta alternativa “como instrumento ou mesmo meta a ser atingida”. E apesar de em sua pesquisa este autor não explorar o enfoque educativo-moral, enfatiza que o mesmo oferece ricas possibilidades (Martini, 2000).

Já foi dito na introdução deste trabalho que uma das linhas de ação da Agência Nacional de Águas é a educação para a conservação e uso racional da água (Felix, 2005). E a idéia de comparação se enquadra em outra linha de ação da ANA: a rotulagem de produtos economizadores de água. Daí se infere que as idéias que fundamentam o IQUA estão de acordo com os objetivos da ANA, podendo ser úteis em ambas as linhas de ação da mesma.

A idéia que sustenta o uso de indicadores de desempenho ambiental tem fundamento educativo-moral no sentido de considerar que o que move as pessoas a fazer o

¹⁶ Calmon (1998) realizou estudo, tomando por base o caso do Programa de Ação Social em Saneamento (PROSEGE) que comprovou este aprendizado: “Observou-se, no caso do PROSEGE, que a avaliação representou um importante instrumento de feedback no processo de aprendizagem organizacional, ou seja, na maneira como a organização detectou e corrigiu seus erros”.

ambientalmente desejável é muito mais a necessidade de serem bem avaliadas pelos outros sobre o que elas fazem, do que a necessidade que elas sentem de desempenhar bem:

Fazer ou não fazer o que e como sabemos que deveríamos fazer gera uma tensão entre exercício de liberdade e risco de constrangimento. Mas constrangimento aqui, então, não é incômoda situação imposta por forças externas, mas sentimento complementar ao de liberdade. É como na moral: “É preciso poder ser bom, para ser mau, e escolher livremente não ser” (D’Agostini e Cunha, 2007).

Avaliar desempenho ambiental é, neste sentido, verificar como e quanto as pessoas fazem do que todos concordam que deveria ser feito mas que, por diversas razões, não o fazem. A avaliação da qualidade do uso da água poderia, então, mesmo antes de promover mudanças nos modelos mentais das pessoas, promover mudança de comportamento desencadeada por essa comparação entre o que se faz e o que deveria ser feito, ou mesmo desencadeada pela comparação entre diferentes comportamentos de diferentes usuários. Isso além de, como sustenta Calmon (1998), promover, sobretudo a partir de *feedback* regular, mudança nos modelos mentais dos usuários da água.

A fim de que a avaliação seja instrumento de aprendizagem fundamentado em princípios morais, é necessário que ela seja tecnicamente correta, e a mais justa possível. Segundo Correia de Melo (2006), desde Aristóteles a idéia de justiça está relacionada à idéia de igualdade. Aristóteles, porém, vislumbrou somente uma igualdade-justiça relativa, que dá a cada um o seu, seguindo estritamente o significado etimológico da palavra (justiça, do latim *justitia*, significa a virtude de dar a cada um aquilo que é seu). Mas Chomé (apud Correia de Melo, 2006) notou que a igualdade aristotélica seria impensável (injusta) sem uma desigualdade suplementar – tratar-se de maneira igual os iguais e de maneira desigual os desiguais. Este é o princípio da isonomia. A isonomia é hoje no Brasil dogma constitucional: no que concerne aos bens comuns e à igualdade de tratamento em relação a direitos difusos, “os titulares desses interesses devem ser tratados de forma desigual pela lei, pois devem os desiguais ser tratados desigualmente, na medida de sua desigualdade (isonomia real,

substancial, e não meramente formal)” (Nery Junior, apud Fiorillo, 2002). É necessário, portanto, conceder-se tratamento diversificado àqueles que possuem condições distintas.

Por analogia, conforme se verá na próxima seção, pode-se dizer que o princípio de isonomia, presente no Direito e nas mais antigas idéias de justiça, está presente na construção do IQUA, o que o torna instrumento de avaliação justa de desempenho ambiental, além de prática sistêmica para a aprendizagem do uso da água.

4.2.1 Interpretando o operar do IQUA¹⁷

Como foi visto no item 2.2 do segundo capítulo, a noção de desempenho ambiental é fundamentada no Segundo Princípio da Termodinâmica, e o IQUA foi construído a partir de uma analogia entre esse Princípio e o uso da água (D’Agostini, 2004b). Decorre do Segundo Princípio que nunca é possível transformar toda a energia mobilizada para se realizar trabalho útil sem que parte dela não seja dissipada. Analogamente, pode-se dizer que certa quantidade de água encerra potencial ambiental, e qualquer uso da água tem significado ambiental, por afetar este potencial, reduzindo-o.

Apesar de uma fração desse potencial (da água) ser inexoravelmente dissipada no decorrer do processo, sua grandeza depende da qualidade do uso da água. Quanto melhor o uso, menor a fração de potencial dissipada. A medida dessa dissipação permite, portanto, a avaliação de desempenho ambiental de seres humanos no uso da água. A construção do IQUA é sistematização desta analogia, como se verá a seguir.

¹⁷ Nesta seção, ao mesmo tempo se explicará e interpretará – o que demanda, quase sempre, transcrição – a construção e o operar do indicador IQUA (instrumento de avaliação de desempenho ambiental no uso da água), com base no artigo “Indicador da qualidade de usos de água”, de Luiz Renato D’Agostini (2004b).

A) Do Segundo Princípio

*“A verdadeira igualdade consiste em
aquinhoar desigualmente seres desiguais”
Rui Barbosa*

Decorre do Segundo Princípio da Termodinâmica que:

$$R = P - d \quad (1)$$

onde **R** o resultado útil ou trabalho realizado; **P** é potencial ou energia mobilizada para se produzir esse resultado, e **d** é energia dissipada, fração da energia **P** não convertida em **R**. Como o resultado **R** e a dissipação **d** são, ambos, frações do mesmo potencial **P**, é possível reescrever a Equação (1) como

$$\frac{R}{P} = \frac{P}{P} - \frac{d}{P} \quad \text{ou} \quad \frac{d}{P} = 1 - \frac{R}{P} \quad (2)$$

Ao se reescrever a equação deste modo, torna-se mais claro que a fração $1-R/P$ em (2) constitui coeficiente de dissipação do potencial **P** na produção de resultado **R**. Mas não foi esta a única intenção ao se dividir a equação (1) por **P**. A partir do momento que, desta implicação do Segundo Princípio da Termodinâmica se deseja comparar desempenho no uso da água, é preciso que haja um “denominador comum” para a comparação: desempenho não pode ser avaliado exclusivamente a partir do resultado, mas de uma relação entre esse resultado e o potencial mobilizado para obtê-lo. A relação foi, na construção do IQUA, caracterizada pela divisão do resultado obtido com o uso da água, pelo potencial (ambiental) utilizado.

Isso não reduz o entendimento de bom desempenho ambiental no uso da água a usar pouca água, mas a fazer bom uso dela. Nada garante que o desempenho ambiental em determinado contexto não seja pior no uso de alguns poucos litros de água usados para lavar

roupa, do que em muitos metros cúbicos destinados a promover satisfação em uma competição de natação.

Esta idéia deveria estar presente não só quando da avaliação de desempenho no uso da água, mas em qualquer avaliação de desempenho: para que ela seja justa, impõe-se levar em conta as condições mobilizadas: “avaliar desempenho exclusivamente a partir do resultado, procedimento mais freqüente, é tratar igualmente os que puderam ou podem dispor de condições muito diferentes¹⁸” (D’Agostini e Cunha, 2007).

A fração $1-R/P$, na Equação 2, é o que foi “perdido” na transformação: ela pode, portanto, ser lida como coeficiente de dissipação de um potencial mobilizado. Se a chamarmos de β , tem-se que:

$$\beta = \left(1 - \frac{R}{P}\right) \quad (3)$$

Em situações reais, o coeficiente β nunca é nulo, mas ele se aproxima tanto de zero quanto menos a relação de uso dissipar o potencial mobilizado. Sua grandeza, portanto, caracteriza a qualidade do processo de conversão de energia, de potencial: quanto menor o coeficiente de dissipação do potencial energético mobilizado, melhor a qualidade do processo.

¹⁸ Pouco poderia ser mais conforme o que inspira o princípio da isonomia do que a normatização do acesso aos recursos naturais. Ao dividir o resultado pelo potencial mobilizado para obtê-lo, garante-se que “os desiguais sejam tratados desigualmente, na medida de sua desigualdade”. D’Agostini exemplifica, em sua cartilha “Ambiente, Meio e DesEmpenho Ambiental – como juntar firmeza de idéia com justiça” (2006): “Mesma chance em uma corrida não é sair da mesma linha não. O atleta que não tinha nem tênis nem treinador desde pequeno teria que sair uns metrinhos na frente”... O próprio autor ressalta que seria muito complicado calcular a linha de partida de todos os corredores. Em relação à avaliação de desempenho ambiental no uso de recursos naturais, porém, ela não só é completamente viável como, em construções como o IQUA, trata os desiguais (no caso, os que mobilizaram recursos de maneira desigual) na exata medida da sua desigualdade.

B) A analogia

“Se tudo fosse regular – ou irregular – não haveria pensamento, pois esse não é senão a tentativa de passar da desordem à ordem, sendo-lhe necessárias ocasiões daquela – modelos desta” (Paul Valery).

Assim como não é possível uma quantidade de energia transformar-se integralmente em trabalho útil, não é possível utilizar a água sem que parte de seu potencial ambiental não seja dissipado. E assim como a qualidade de conversão de energia P em trabalho R determina a fração de energia que será dissipada no processo, a qualidade do uso da água determina quanto do potencial ambiental encerrado na água será dissipado na produção de resultado útil. Em outras palavras, assim como na conversão de energia P em trabalho R o módulo da fração de energia dissipada depende da qualidade do processo de conversão, o módulo da fração do potencial ambiental dissipada depende da qualidade do uso da água.

O Potencial Ambiental

É lógico pensar que, para que a água encerre algum potencial ambiental, é necessário que dela se tenha certa quantidade, com certa qualidade, e que haja também regularidade de acesso por parte dos sistemas que a demandam. Isso justifica definir potencial ambiental (ϕ) da água como função de um produto:

$$\phi=f(V, Q, R) \quad (4)$$

onde ϕ é potencial ambiental encerrado numa quantidade V de água com qualidade Q, e R é termo de regularidade de acesso àquela água.

Enfatiza-se que a regularidade de acesso pode, muitas vezes, ser tão ou mais importante quanto a qualidade e a quantidade da água em si. Por exemplo, no caso da manutenção fisiológica dos seres vivos, de nada adiantaria grandes quantidades de água de boa qualidade se as mesmas estivessem disponíveis apenas esporadicamente.

Como potencial ambiental é função daquelas três variáveis, qualquer processo que afete a qualidade, quantidade ou a regularidade de fluxos de água é, conseqüentemente, processo com significado ambiental. A importância desse significado está, evidentemente, relacionada à grandeza do potencial afetado – variações nesse potencial. Assim, a qualidade do processo, ou seja, a qualidade do uso da água pode ser associada àquelas variações:

$$\Delta\phi = \text{Qualidade do uso da água} = (\Delta V, \Delta Q, \Delta R), (5)$$

onde $\Delta\phi$ é variação do potencial ambiental, e ΔV , ΔQ e ΔR são, respectivamente, variações na quantidade V, na qualidade Q e na regularidade R.

O Custo Ambiental

Em uma transformação termodinâmica, há sempre custo intrínseco ao processo, o qual equivale à própria energia potencial convertida em trabalho. Analogamente, parte da variação $\Delta\phi$ do potencial ambiental encerrado em certa quantidade de água decorre de demandas mínimas de água para sustentação de seres vivos ou obtenção de produtos aceitos socialmente.

Em transformações termodinâmicas, como já foi visto, além deste custo de transformação de energia em trabalho, aqui chamado de intrínseco, há um custo entrópico – parte da energia é sempre dissipada no decorrer do processo de transformação. Quanto maior a qualidade do processo de transformação, menor a fração de potencial dissipado. Analogamente, quanto melhor a qualidade do uso da água por parte de quem a utiliza, menor a variação do potencial ambiental encerrado em certa quantidade de água. Em outras palavras, parte da variação no potencial está associada a um “custo entrópico no uso da água”, que será tanto menor quanto melhor for a qualidade do uso da água.

Conceitualmente, custo ambiental está associado apenas à fração do custo entrópico possível de ser evitada¹⁹. Na construção do IQUA, porém, por motivos operacionais, todo e qualquer custo no uso da água para além daquele intrínseco a qualquer transformação, será considerado custo ambiental CA no uso de água.

Como a magnitude do custo ambiental no uso da água é sempre dependente da qualidade do uso, é que se tornou possível avaliar desempenho ambiental no uso da água a partir de relações entre potencial e custo ambiental no uso da água, de acordo com noção já comentada anteriormente – “ter bom desempenho ambiental é promover bom ambiente participando do grande processo de transformação, mas dissipando o mínimo possível [com mínimo custo ambiental], mesmo que não se possa apontar esse [custo ambiental] mínimo com exatidão” (D’Agostini, 2007). O custo ambiental é a grandeza adotada, no IQUA, para distinguir e determinar a qualidade de relações ambientais no uso da água.

C) A matematização dos significados de custo e potencial ambiental

O potencial ambiental em determinada quantidade de água é, na construção do IQUA, associado a um valor unitário ($\phi=1$). O custo ambiental CA máximo também está associado à unidade. Assim, a partir do momento que certa quantidade de água é envolvida em determinado uso, e por isso percebida como potencial ambiental mobilizado, o custo ambiental em seu uso seria nulo (zero) se tal potencial ambiental ϕ fosse integralmente convertido em resultado desejado, e máximo (unitário) se ϕ fosse integralmente dissipado.

Um sistema que usa água pode ser representado como na Figura 6:

¹⁹ Segundo conceituado no Capítulo 2 deste trabalho.

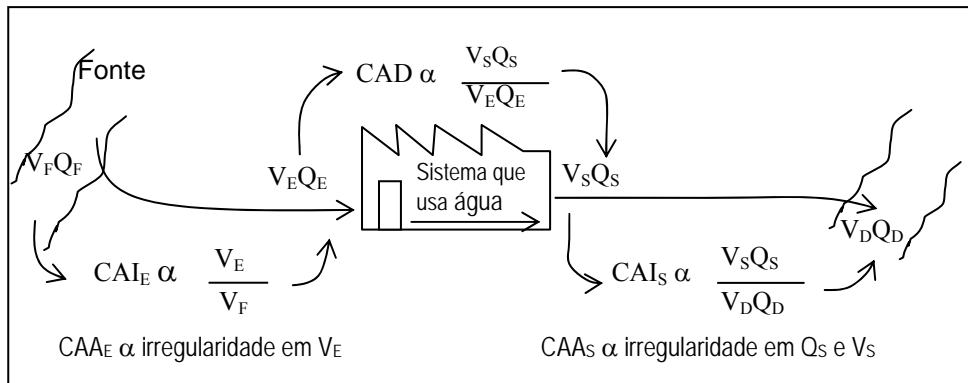


Figura 6: Passagens no uso da água com custo ambiental CA em seus componentes custo ambiental direto CAD, indireto CAI e custo adicional CAA na entrada (E) e na saída (S) do sistema (explicações no texto). Fonte: D'Agostini, 2004b.

onde:

V_E = Quantidade de água que entra no sistema	V_D = Quantidade de água que recebe V_S
Q_E = Qualidade da água que entra no sistema	Q_D = Qualidade da água que recebe V_S
V_S = Quantidade de água que sai do sistema	V_F = Quantidade de água na fonte de V_E
Q_S = Qualidade da água que sai do sistema	Q_F = Qualidade da água na fonte de V_E
(águas diretamente envolvidas no uso)	(águas só indiretamente afetadas pelo uso)

Já foi apontado que a noção de qualidade de água é indissociável da destinação pretendida. Em outras palavras, é sempre o uso que determina a importância de características da água. Não é possível, portanto, haver única e sempre válida forma de caracterizar a qualidade da água. D'Agostini (2004b) observa porém que, uma vez definido o uso), a qualidade Q da água sempre pode ser expressa em termos quantitativos e contidos no intervalo $[0 ; 1]$: seja a partir de testes toxicológicos ou a partir de parâmetros bio-físico-químicos. O autor mostra também que o mesmo é possível em relação à regularidade R .

O custo ambiental, conforme ilustra a Figura 6, pode ser verificado tanto em variações de quantidades V e de qualidades Q de água diretamente envolvida no uso (Custo Ambiental Direto – CAD), quanto em variações de quantidades V e qualidades Q de corpos

d'água apenas indiretamente afetados (Custo Ambiental Indireto – CAI). Além disso, existe custo associado a irregularidade de vazões (temporalidade), tanto em relação à fonte (Custo Ambiental Adicional na entrada – CAA_E) quanto em relação a água afetada pelos efluentes do sistema (Custo Ambiental Adicional na saída – CAA_S). O Custo Ambiental total CA é, assim, função de CAD, CAI (CAI_E e CAI_S) e CAA (CAA_E e CAA_S).

Custo Ambiental Direto – CAD

Conforme o que já foi dito, o custo ambiental direto é caracterizado a partir de relações entre o potencial ambiental dissipado durante a promoção de determinada relação ambiental e o potencial ambiental mobilizado para a sustentação da mesma.

Se $V_E Q_E$ é o potencial ambiental ϕ encerrado na água envolvida diretamente no uso, temos então que, analogamente à dissipação energética quando da conversão de energia em trabalho (Equação 1):

$$\begin{array}{ccc} R & = & P - d \\ \Downarrow & & \Downarrow \quad \Downarrow \\ (V_E - V_S) Q_E & = & V_E Q_E - V_S (Q_E - Q_S) \quad \text{ou} \quad R = V_E Q_E - V_S (Q_E - Q_S) \quad (6) \end{array}$$

onde $V_S(Q_E - Q_S)$ – uma quantidade V_S na qual se verifica uma perda de qualidade dada por $Q_E - Q_S$, um resultado indesejável – é a fração do potencial ambiental $V_E Q_E$ que não resulta em produto útil R.

A fim de garantir que, na avaliação do custo ambiental, seja levada em conta a relação entre o resultado obtido e potencial mobilizado para obtê-lo, e já que R e $V_S(Q_E - Q_S)$ são frações de $V_E Q_E$, tem-se que:

$$\frac{R}{V_E Q_E} = \frac{V_E Q_E}{V_E Q_E} - \frac{V_S(Q_E - Q_S)}{V_E Q_E} \quad \text{ou} \quad \frac{V_S(Q_E - Q_S)}{V_E Q_E} = 1 - \frac{R}{V_E Q_E}. \quad (7)$$

Assim como na Equação (2) a fração $1-R/P$ constitui coeficiente de dissipação do potencial P na produção de resultado R , o termo à direita da igualdade na Equação 7 constitui coeficiente de dissipação do potencial $V_E Q_E$: quanto maior essa fração, menor a eficiência no uso da água, mais baixa a qualidade do uso da água, e maior o custo ambiental associado a esse uso. A fração $1 - \frac{R}{V_E Q_E}$ tem, portanto, significado de Custo Ambiental Direto (CAD) no

uso da água:

$$1 - \frac{R}{V_E Q_E} = CAD = \frac{V_S(Q_E - Q_S)}{V_E Q_E} \quad \Rightarrow \quad CAD = \frac{V_S}{V_E} \left(1 - \frac{Q_S}{Q_E} \right), \quad (8)$$

onde $0 \leq CAD \leq 1$.

É fácil notar que a equação (8) confirma o que pode ser intuitivamente inferido: o custo ambiental é maior quanto maior a perda de qualidade na água utilizada, e quanto maior a quantidade de água dissipada em relação àquela mobilizada.

Custo Ambiental Indireto – CAI

Se a quantidade de água mobilizada (V_E) for tomada em quantidade muito elevada em relação à quantidade de água na fonte (V_F), pode acontecer de o custo ambiental total ser elevado, mesmo que CAD seja baixo (ou seja, mesmo que quase toda a água mobilizada tenha sido transformada em produto útil, com pouca perda de qualidade). Da mesma forma, caso a quantidade de água despejada no corpo d'água de destino (Figura 2), for muito grande em relação à quantidade de água deste mesmo corpo d'água, e/ ou se a qualidade de água despejada for muito inferior à qualidade da água do manancial receptor, o custo ambiental

será elevado, mesmo que CAD seja baixo. Há, assim, um custo ambiental indireto (CAI) no uso da água que, apesar de só existir quando existe custo ambiental direto (CAD), pode ser determinante do módulo do custo ambiental total (CA).

CAI está, portanto e conforme a Figura 6, associado tanto a variações de quantidades V (CAI_E) quanto a variações de qualidades Q de corpos d'água indiretamente afetados pelo uso (CAI_S). CAI_E ocorre na entrada do sistema, e está associado à relações V_E/V_F, ou seja, decorre de perdas de quantidades V. CAI_S ocorre na saída do sistema, e decorre de reduções na qualidade Q, estando associado a relações V_S/V_D e Q_S/Q_D. O custo ambiental indireto, conforme se verá a seguir, também é proposto como redução de potencial ambiental.

a) Custo Ambiental Indireto na entrada do sistema – CAI_E

CAI_E é o custo ambiental indireto associado à redução de quantidade V_F disponível em um corpo d'água (fonte) quando da retirada de quantidade V_E com qualidade Q_F. A significação ambiental deste processo é tratada também em analogia à relação estabelecida na Equação (1):

$$\begin{array}{ccc}
 R & = & P - d \\
 \Downarrow & & \Downarrow \quad \Downarrow \\
 V_E Q_F & = & V_F Q_F - (V_F - V_E) Q_F \quad \text{ou} \quad V_E Q_F = V_F Q_F - d \quad (9)
 \end{array}$$

Neste caso, porém, d representa fração preservada do potencial ambiental encerrado na água da fonte após a retirada de V_EQ_F, que, por sua vez, é o potencial mobilizado a fim de produzir determinado resultado útil.

A fim de garantir que, na medida do custo ambiental, seja levada em conta a relação entre o resultado (aqui, a ser obtido) e potencial mobilizado para obtê-lo, e como $V_E Q_F$ e d são frações de $V_F Q_F$, tem-se que:

$$\frac{V_E Q_F}{V_F Q_F} = \frac{V_F Q_F}{V_F Q_F} - \frac{d}{V_F Q_F} \quad \text{ou} \quad \frac{V_E}{V_F} = 1 - \frac{d}{V_F Q_F}. \quad (10)$$

O segundo termo da Equação 10 constitui Custo Ambiental Indireto na entrada (CAI_E) do sistema de interesse, associado à redução da Quantidade V_F disponível na fonte.

Logo:

$$1 - \frac{d}{V_F Q_F} = CAI_E \alpha \frac{V_E}{V_F} \quad (11),$$

onde $0 \leq CAI_E \leq 1$.

O símbolo de proporcionalidade α indica que os termos da equação 11 serão relativizados, e há duas razões para tanto. A primeira delas é garantir significância ao módulo da razão V_E/V_F para quaisquer valores do numerador e do denominador: pode acontecer de o volume de água na fonte ser muito alto em relação ao volume de água mobilizado e, assim incrementos em ambos os volumes não terem a mesma importância relativa. Não se pode atribuir, por exemplo, igual importância para $(V_E=10)/(V_F=1000)$ e $(V_E=10+10)/(V_F=1000+10)$. Incrementos lineares dos numeradores devem, portanto, resultar com maior importância do que incrementos lineares dos respectivos denominadores. A segunda razão decorre do significado de redução de disponibilidade de água a montante. É intuitivo que o custo ambiental CA deva crescer sempre que o módulo da razão V_E/V_F cresce: quando a quantidade de água utilizada é elevada em relação à quantidade de água disponível, o custo é mais significativo do que quando há água em maior abundância. Além disso, porém,

crecente quantidade V_E de água retirada de determinada quantidade V_F já considerada escassa é interpretada, na construção do IQUA, como crescimento de custo ambiental em taxa crescente: quanto mais se retira, não só aumenta o custo ambiental, como ainda aumenta cada vez mais. Isto quer dizer que, se a apropriação de $\frac{1}{4}$ de uma quantidade escassa de água é ação com certa significância ambiental, a apropriação de $\frac{1}{2}$ daquela mesma quantidade pode exceder ao dobro da gravidade da primeira. Por outro lado, considera-se que não se pode associar má qualidade de uso de água a um uso qualquer, somente pelo fato de este ocorrer em condições de escassez de água. A má qualidade de uso é então associada a eventuais promoções de escassez. Por isso, o custo ambiental CA deve crescer sempre que o módulo da razão V_E/V_F cresce, e crescer em taxa crescente na medida em que um mesmo módulo da fração V_E/V_F resultar de valores V_E e V_F crescentes. A Figura 7 representa a evolução desejada para CA em função de custo ambiental direto CAD e de valores crescentes do componente CAI_E .

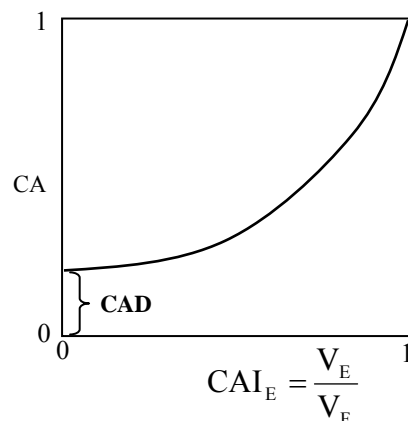


Figura 7: Evolução de custo ambiental CA em função de custo ambiental direto CAD e valores crescentes do componente CAI_E . Fonte: D'Agostini, 2005

Para garantir a significância pretendida à razão V_E/V_F quando seus termos variam, adotou-se a escala logarítmica para os termos da razão: a escala logarítmica faz com que incrementos lineares no numerador sejam mais valorizados do que incrementos lineares no

denominador. Ou seja, se V_E diminui em relação a V_F , o significado ambiental da presença desta quantidade V_E não diminuirá proporcionalmente à redução do módulo da razão V_E/V_F . Isto quer dizer que, mesmo que seja retirada uma quantidade V_E de um rio de vazão muito grande, a escala logarítmica assegura significação ambiental à retirada. A partir da equação ... fez-se, então:

$$CAI_E = \frac{\log(V_E + 1)}{\log(V_F + 1)} \quad (12),$$

onde a adição de unidade ao numerador e ao denominador evita valor negativo para a expressão, visto que logaritmo de número menor do que 1 (um) é negativo.

b) Custo Ambiental Indireto na saída do sistema – CAI_S

CAI_S é o custo ambiental indireto associado à perda de potencial ambiental $V_D Q_D$ a jusante, quando a água já utilizada e com qualidade diminuída é devolvida ao meio. A significação ambiental deste processo novamente pode ser tratada como analogia à relação estabelecida na Equação (1):

$$R = P - d$$

$$\Downarrow \quad \Downarrow \quad \Downarrow$$

$$V_S(Q_D - Q_S) = V_D Q_D - d \quad (13)$$

onde $V_S(Q_D - Q_S)$ é módulo da causa de perda de potencial ambiental, ou seja, produto de uma diferença de qualidade pela quantidade V_S na qual é verificada essa diferença; e onde d representa fração do potencial $V_D Q_D$ preservada no corpo d'água receptor de V_S .

A fim de levar em conta o significado relativo daquela perda de qualidade em relação ao potencial original $V_D Q_D$, e como $V_S (Q_D - Q_S)$ e d são frações de $V_D Q_D$, divide-se todos os termos da equação (13) por $V_D Q_D$:

$$\frac{V_S (Q_D - Q_S)}{V_D Q_D} = \frac{V_D Q_D}{V_D Q_D} - \frac{d}{V_D Q_D} \quad \text{ou} \quad \frac{V_S (Q_D - Q_S)}{V_D Q_D} = 1 - \frac{d}{V_D Q_D}. \quad (14)$$

O segundo termo da Equação 14 define, assim, coeficiente de dissipação do potencial ambiental $V_D Q_D$, caracterizando o Custo Ambiental Indireto na saída (CAI_S) do sistema de interesse, por estar associado à redução da qualidade Q_D disponível a jusante. Logo:

$$1 - \frac{d}{V_D Q_D} = CAI_S \alpha \frac{V_S (Q_D - Q_S)}{V_D Q_D} = \frac{V_S}{V_D} \left(1 - \frac{Q_S}{Q_D} \right), \quad (15)$$

onde $0 \leq CAI_S \leq 1$.

Da Equação 15 infere-se que o custo ambiental do uso da água cresce proporcionalmente à perda de qualidade da água no manancial receptor do efluente. Porém, da mesma forma que quando da caracterização de CAI_E, o símbolo α indica que os termos da equação 15 precisaram ser relativizados: primeiramente, para garantir significância ao módulo da razão V_S/V_D para quaisquer valores do numerador e do denominador. Depois, porque o contexto pode determinar a significância do custo ambiental indireto CAI em função de perdas na qualidade Q . Na construção do IQUA, entende-se que incrementos de perda de qualidade Q devem resultar em custo ambiental crescente em taxa decrescente: quanto maior a perda de qualidade, maior o custo ambiental, e o crescimento em si é cada vez menor na medida em que a qualidade diminui cada vez mais. D'Agostini (2004b) compara: da mesma forma que o primeiro arranhão em uma pintura nova (qualidade elevada) tem maior significação do que o enésimo e similar arranhão em pintura já muito riscada, uma pequena quantidade de "água suja" despejada em manancial "perfeitamente limpo" representa

impropriedade de procedimento maior do que a mesma quantidade de “água suja” lançada em manancial já não tão limpo. A Figura 8 representa a evolução desejada para CA em função de custo ambiental direto CAD e de valores crescentes do componente CAI_S.

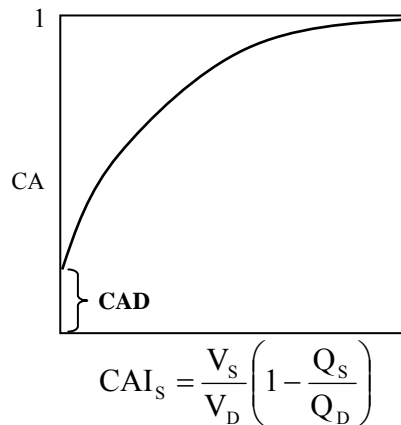


Figura 8. Evolução de custo ambiental CA em função de custo ambiental direto CAD e valores crescentes do componente CAI_S. Fonte: D’Agostini, 2005

A fim de garantir, então, significância à razão V_S/V_D , mesmo quando V_D for muito maior do que V_S , adota-se novamente a escala logarítmica para os termos dessa razão. E para garantir que o custo ambiental total CA cresça em taxa decrescente quando em decorrência de custo ambiental indireto CAI associado a incremento de perda de qualidade Q, eleva-se o valor do produto V_Q ao expoente 1/2. Assim, partindo de (15),

$$CAI_S = \left[\left(1 - \frac{Q_S}{Q_D} \right) \frac{\log(V_S + 1)}{\log(V_D + V_S)} \right]^{1/2}. \quad (16)$$

Considerando-se que eventualmente V_S pode ser maior do que V_D , para assegurar o caráter próprio da fração, foi adotado $V_D + V_S$ ao invés de $V_D + 1$ no denominador.

Custo Ambiental Adicional CAA

O Teorema da Produção Mínima de Entropia de Prigogine²⁰ estabelece que o custo energético (dissipação de potencial) em um processo será tanto menor quanto mais próximo do estado estacionário o sistema operar. Há, portanto, um conteúdo de natureza temporal no módulo da dissipação d da Equação 1. Incorporando este caráter temporal que Prigogine demonstrou existir no Segundo Princípio, D'Agostini (2004b) dá continuidade, então, à sua analogia: o custo ambiental adicional CAA associado a um uso de água será tanto mais elevado quando mais os regimes de fluxos de água e de características de efluentes afastarem-se de regime regular – estacionário.

O custo ambiental adicional pode ser reconhecido na entrada do sistema (CAA_E), quando está associado à irregularidade de vazão V_E ; e na saída do sistema (CAA_S), quando está associado à irregularidade na qualidade de efluentes Q_S e irregularidade de vazão V_S .

A noção de irregularidade de uma vazão está relacionada a graus de afastamento de um regime estacionário de um processo. Para caracterizar o grau de afastamento da estacionaridade é necessário identificar valores referenciais para a amplitude de flutuações dessa vazão.

Uma vez fixada determinada quantidade de água envolvida em um processo ao longo de um dado período, as durações das flutuações de vazão V tendem a ser menores quanto maiores as respectivas amplitudes de flutuação. Por isso D'Agostini (2004b) considera que amplitude e duração de uma flutuação de vazão têm significados indissociáveis.

Considera-se então um volume de água que flui em determinado período constituído de várias durações unitárias (dias, semanas). A vazão média V_m ao longo do período

²⁰ NICOLIS, G & PRIGOGINE, I. Self-organization in nonequilibrium systems. New York, John Wiley & Sons, 1977. Cap.3.

considerado é dada pela razão entre todo o volume de água que flui no período e o número de unidades de duração D contidas nesse período. Vazões de entrada ou de saída V_i ao longo de durações D_i ($i=1, 2\dots n$) diferentes da vazão média V_m caracterizam, assim, regime de vazão com desvios. E a amplitude da flutuação é, portanto, nula quando a vazão de entrada V_E ou saída V_S é constante; e máxima quando toda a quantidade de água envolvida em um processo ao longo de determinado período constituído de várias durações unitárias (dia, semana) flui em uma única unidade de duração.

Se um regime de vazões com desvios for comparado ao regime de máxima flutuação possível, é possível expressar a irregularidade de vazão em termos relativos – para qualquer magnitude de vazão. O desvio ou afastamento da regularidade do regime do produto “duração amplitude” de uma flutuação de vazão é então obtido como quociente entre desvios em dois regimes: o desvio padrão no regime verificado, dividido pelo desvio no regime de máxima irregularidade possível:

$$\Delta R_V = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i \cdot V_i - D_i \cdot V_m)^2}{n}}}{\sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n D_i \cdot V_i - D_i \cdot V_m\right)^2 + (n-1)(-D_i \cdot V_m)^2}{n}}} \quad (17)$$

onde $0 \leq \Delta R_V \leq 1$, D_i é a i ésima unidade de duração unitária ao longo da qual ocorre uma vazão V_i , e V_m é vazão média no período de n unidades de duração.

Diferentemente do caso de regime de vazão, no regime da qualidade Q a amplitude máxima de variação de qualidade, conforme o que foi dito (primeira parte de 5.2.1 C), sempre estará contida no intervalo $[0,1]$. Em processo cujo efeito é sempre perda de qualidade da água, o valor máximo possível para o desvio médio é igual à 0,5. Assim, o grau de

afastamento da regularidade (ΔR_Q) no regime da qualidade de saída Q_S , é obtido simplesmente do quociente entre desvio verificado e 0,5:

$$\Delta R_Q = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (Q_{Sj} - Q_{Sm})^2}{k}} \quad (18)$$

onde k é a n ésima unidade de duração unitária (dia, semana...) ao longo da qual se considera qualidade Q_{Sj} , e Q_{Sm} é qualidade média da água que sai do sistema no período considerado. Observa-se que, para a obtenção de qualidades representativas no volume de água envolvido em cada um dos j ($j=1,2,\dots,k$) intervalos de duração, a qualidade média Q_{Sm} em todo o período deve ser ponderada pelo respectivo volume, conforme exemplificado por D'Agostini (2004b) na Tabela 2.

Tabela 2: Definição do valor médio da qualidade da água que sai do sistema. Fonte: D'Agostini, 2004b.

Duração	Q_S	V_S (L^3/T)	Ponderação de Q
1	0,2	100	$0,2 \times 100 / 400 = 0,05$
2	0,4	110	$0,4 \times 110 / 400 = 0,11$
3	0,4	110	$0,4 \times 110 / 400 = 0,11$
4	0,2	80	$0,2 \times 80 / 400 = 0,04$
Volume total (L^3)= 400			$Q_{Sm} = 0,31$

a) Custo Ambiental Adicional CAA_E

Como o custo ambiental adicional na entrada está associado apenas à irregularidade de retiradas de volumes de água na fonte, tem-se que, a partir da Equação 17:

$$CAA_E = \Delta R_{V_E} \quad (19)$$

onde ΔR_{V_E} é ΔR_V em (18), obtido a partir de vazões de entrada V_E .

b) Custo Ambiental Adicional CAA_s

Como o custo ambiental adicional na saída está associado tanto à irregularidade da vazão, quanto à irregularidade nas características do efluente, tornou-se necessário assegurar adequada significância a ambos os graus de irregularidade: pouco significaria elevado grau de regularidade do produto $R_Q \times R_V$, se em relação a uma destas grandezas a irregularidade fosse muito acentuada.

ΔR_V e ΔR_Q são medidas relativas da irregularidade em regimes de vazão e de qualidade. Então, correspondentes medidas de regularidade desses regimes são:

$$R_V = 1 - \Delta R_V \quad e \quad R_Q = 1 - \Delta R_Q \quad (20)$$

onde R_V e R_Q são, respectivamente, graus de regularidade relativa nos regimes de vazão V e de qualidade Q. Uma forma de assegurar adequada significância a ambos os graus de regularidade é expressá-los como a média geométrica entre R_V e R_Q . Ocorre que a média geométrica de dois valores cuja média aritmética é dada tende a ser mais baixa quanto mais esses valores se afastam um do outro, permitindo que a importância relativa da irregularidade na quantidade e na qualidade seja determinada pelo contexto de disponibilidade de água. Assim,

$$R = R_Q^{0,5} \cdot R_V^{0,5} \quad e \quad CAA_s = 1 - R \quad (21)$$

onde R é o termo de regularidade em V_s e Q_s .

Custo ambiental total CA

O Custo Ambiental total CA é função de CAD, CAI (CAI_E e CAI_S) e CAA (CAA_E e CAA_S). Como CA é, porém, custo para além daquele intrínseco a qualquer transformação, considerou-se que só poderia haver CAI e CAA mediante a ocorrência de CAD. Enfatiza-se porém que CAI e CAA podem ser tão ou mais determinantes do que CAD na definição do custo ambiental total CA. Como um exemplo, D'Agostini (2005) lembra que “o significado ambiental de uma forte perda de qualidade em pequena quantidade residual de água diretamente envolvida no uso pode ser menor do que o significado ambiental das implicações de essa pequena quantidade de água “suja” entrar em contato com água “limpa” e só indiretamente envolvida no uso”. Em outras palavras, neste caso CAA_S influenciaria mais o possível baixo valor de CA do que o faria CAD. O custo ambiental CA foi construído, portanto, de modo que seus valores tendam a máximo igual a 1 sempre que um dos seus componentes (CAD, CAI e CAA) apresentarem-se com valor que tende a seu máximo, também igual a 1 – independentemente dos valores dos outros componentes.

Todas estas relações de interdependência entre os diferentes componentes do custo ambiental CA podem ser assim sintetizadas:

$$CA=f(CAD, CAI, CAA); \quad 0 < CA \leq 1$$

sendo que CA > 0 somente se CAD > 0.

$$0 \leq CAD \leq 1; \quad 0 < CAI \leq 1; \quad 0 \leq CAA \leq 1$$

Estas condições podem ser genérica, sintética e simultaneamente satisfeitas por uma potência como:

$$CA = CAD \left((1 - CAI_S)^{0,5} (1 - CAI_E)^{0,5} \right) \left((1 - CAA_S)^{0,5} (1 - CAA_E)^{0,5} \right) \quad (22)$$

Como a base da potência, neste caso, é número contido no intervalo (0,1) e o expoente é número real também contido nesse intervalo, a potência cresce quando o expoente diminui. Desta forma, para garantir que o custo ambiental aumente com o aumento de CAI e CAA, é necessário que o expoente de CAD diminua. Por esse motivo é que cada custo componente de CAI e CAA foi subtraído de 1. Já os expoentes 0,5 nos dois componentes do custo ambiental indireto CAI e nos dois componentes do custo ambiental adicional CAA garantem que a importância dos mesmos seja função do contexto de disponibilidade de água em que ocorre o uso: o algoritmo sempre identifica se os custos ambientais indireto CAI e adicional CAA decorrem mais de implicações do regime de retirada de água da fonte ou se decorrem mais de implicações do regime da qualidade e da quantidade da descarga de efluentes.

Indicador da Qualidade de Usos da Água – IQUA

A melhor qualidade de uso da água, segundo os conceitos que orientaram a construção do indicador, ocorre quando todo o potencial ambiental ϕ é convertido em produto útil²¹. Logo, o melhor uso de água é aquele em que o custo ambiental total CA é igual a zero²². Como o potencial ambiental é unitário, tem-se que:

$$IQUA = \phi - CA \text{ ou } IQUA = 1 - CA, \quad (23)$$

²¹ D'Agostini (2004b) insiste que produto útil é aquele “socialmente desejado e ambientalmente aceito”. O objetivo do indicador é tão somente avaliar o desempenho ambiental no uso da água, e não entra no mérito da legitimidade de determinado uso em relação a outro. O IQUA não aponta, portanto e por exemplo, se é melhor determinada quantidade de água ser usada para lavar roupas ou para produzir bebidas alcoólicas. O indicador aponta o desempenho no uso da água em ambos os casos. E tanto pode acontecer de o desempenho ser pior no primeiro caso, como ao contrário.

²² A rigor, o custo ambiental nunca poderia ser igual a zero, e conseqüentemente, o valor do IQUA nunca poderia ser igual a 1. Mas por razões operacionais (arredondamento) e mesmo pedagógicas (pode ser interessante, para fins de comparação entre desempenhos, a existência de uma máxima qualidade de uso da água), quando CA for considerado suficientemente próximo de zero, faz-se o IQUA igual a 1.

onde $0 \leq \text{IQUA} \leq 1$ é o índice-indicador da qualidade do uso da água, e CA é o custo ambiental desse uso. D'Agostini (2001)²³ destaca a semelhança entre a Equação (acima) e a Equação (1) ($R=P-d$). Esta semelhança, diz o autor, não é apenas aparente: ela decorre da analogia a partir da qual as relações foram sistematizadas.

Substituindo CA pelos seus componentes, segundo a Equação 22 tem-se que:

$$\text{IQUA} = 1 - \text{CA} = 1 - \text{CAD}^{((1-\text{CAIS})0,5(1-\text{CAIE})0,5)((1-\text{CAAS})0,5(1-\text{CAAE})0,5)} \quad (24)$$

D'Agostini (2004b) discute a hipótese de alguém vir a colocar em dúvida a necessidade de uma complicada equação para a obtenção de um indicador da qualidade de usos da água. O autor responde que um indicador deve, isto sim, conter mensagem muito fácil de ser entendida, condição que é plenamente satisfeita quando da aplicação do IQUA: sempre contido em intervalo $[0,1]$, este indicador é uma “quantificação da qualidade de interações humanas com a água - uma nota”, ou seja, que reflete o desempenho ambiental humano no uso da água. O que, no entanto, não significa que os procedimentos para se obter um indicador com suficiente significação devam ou mesmo possam ser simples e fáceis de serem compreendidos: “Não se pode reduzir a complexidade de significados de informações, traduzidas em uma mensagem simples, à simplificação que não demanda tradução” (D'Agostini, 2004b). Senge (apud Smith, 2001c) também critica fortemente, no que se refere a administração de empresas, a aplicação de estruturas simplistas em sistemas complexos - crítica que pode ser considerada válida para todos os campos de conhecimento.

Os dados necessários para a determinação do IQUA são relativamente fáceis de serem obtidos: vazão e parâmetros bio-físico-químicos da água. Por isso este indicador tem

²³ D'AGOSTINI, Luiz Renato. **Qualidade do Uso da Água, Indicador de Desempenho Ambiental**. 2001. Trabalho não publicado.

sido facilmente aplicado, por exemplo, em unidades industriais, como em Bertuol (2002), sub-bacias hidrográficas como em Negri (2002), ou trechos de bacias hidrográficas, como em Exterckoter (2006). No trabalho de Bertuol (2002), o IQUA foi aplicado na unidade industrial de laticínio da Cooperativa Agropecuária Guarani – Capeg, em Pato Branco – PR. O valor obtido para o IQUA foi de 0,77. Negri (2002) aplicou o indicador em cinco sub-bacias hidrográficas da microbacia Alto Dona Luisa, no município de Atalanta (SC), nos anos agrícolas de 1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001²⁴, obtendo valores do IQUA que variaram de 0,65 a 0,96. Negri calculou também o valor do IQUA para o conjunto das cinco sub-bacias (área global), encontrando os valores 0,77, 0,79 e 0,74, referentes aos anos agrícolas de 1998 a 2001. Exterckoter (2006) aplicou o IQUA em um trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, e calculou seus valores para os anos 2003 e 2005. Neste caso, os dados de vazão de entrada e de saída de água foram obtidos junto à ANA (Agência Nacional de Águas) que, segundo Exterckoter, realizava em parceria com a Epagri o monitoramento de qualidade e quantidade da água do Rio Cubatão do Sul. Os dados de qualidade de água na saída foram obtidos junto a CASAN, que realizava monitoramento de qualidade diário no local e época. Os valores obtidos do IQUA para 2003 e 2005 foram, respectivamente 0,79 e 0,85.

²⁴ O ano agrícola inicia sempre no mês de julho e encerra em junho do ano seguinte.

4.2.2 IQUA e a abordagem sistêmica

“Nós sempre procuramos explicações,
quando eram representações
que podíamos apenas tentar inventar”
P. Valéry (apud Le Moigne, 2006).

O indicador da qualidade de usos de água (D’Agostini, 2004b) pode ser visto como um modelo que permite, a partir da animação de um sistema e registro dos efeitos de diferentes tipos de interação homem/água, avaliar desempenho ambiental do ser humano ou de organizações em usar a água.

Paul Valéry (apud Le Moigne, 2006) afirmava que “raciocinamos sempre a partir de modelos”. A hipótese da teoria-de-ação de Argyris e Schön tem como base a mesma idéia: as teorias-em-uso nada mais são do que modelos, mapas que as pessoas usam para agir. Se as pessoas desconhecem essas teorias, não são capazes de efetivamente gerir seu comportamento. Argyris e Schön (Argyris, 1977), inclusive, desenharam dois modelos base de processos de aprendizagem para construir sua própria teoria, ou seja, se utilizaram de modelos para descrever processo de mudança de modelos mentais.

Le Moigne (2006) considera a ciência dos sistemas a “ciência da modelação sistêmica”. Em seu livro “A teoria do sistema geral, teoria da modelação”, ele lembra que Herbert Simon abriu o primeiro capítulo de uma de suas obras com citação que proclamava: “Maravilhoso, mas não ininteligível” - enfatizando que a modelação de um sistema deve permitir (segundo Le Moigne “ao preço de um pouco de ascese intelectual do modelador”) inteligibilidade do mundo, o que não elimina o “seu maravilhoso” - sua complexidade.

Modelar sistemicamente, para Le Moigne (2006), é estabelecer correspondência entre um objeto identificado (uma mesa, um fenômeno, um grupo social) e um sistema geral.

Neste sentido, conhecer [aprender] é “conceber o modelo ao invés de analisar o objeto” – projeto, segundo este autor, pragmaticamente plausível, epistemologicamente seguro, e que “restitui ao modelador a responsabilidade de suas escolhas éticas”²⁵.

Le Moigne remarca que, durante muito tempo, a analogia foi “vítima de um violento ostracismo por parte do pensamento científico”, para depois “ter seu crédito restaurado”. A fim de garantir a correspondência entre significado e significante em uma modelação, este autor propôs, para a criação de modelos sistêmicos, o conceito de analogia formal estabelecido e utilizado por matemáticos e físicos: isos e homomorfismos²⁶. A representação construída pelo observador – o modelo – deveria ser, assim, isomorfo do sistema geral, e homomorfo do objeto a ser representado. A este modo de construir modelos Le Moigne chama *sistemografia* (Figura 9):

Da mesma forma que estabelecemos uma representação do objeto chamada fotografia (ou radiografia), com a ajuda de aparelho cujas características são explicitamente expostas a todos seus manipuladores em potencial, estabeleceremos uma “sistemografia” do objeto com a ajuda do aparelho chamado “Sistema Geral” (Le Moigne, 2006).

²⁵ Idéia que coincide com aquela explícita no último item da Tabela 1 construída por Schindwein (2005), onde são apontadas “diferenças gerais entre características de práticas não-sistêmicas e práticas sistêmicas”.

²⁶ “- Isomorfismo : Correspondência bijetiva, tal que a todo elemento do conjunto “de chegada” (o modelo), corresponda um e somente um elemento do conjunto de partida (o objeto); e reciprocamente: a correspondência é transitiva, reflexiva e simétrica.

- Homomorfismo : Correspondência sobrejetiva, tal que a todo elemento do conjunto de chegada corresponda ao menos um do conjunto de partida, sem que a recíproca seja verdadeira: correspondência transitiva e reflexiva, mas não simétrica” Le Moigne, 2006.

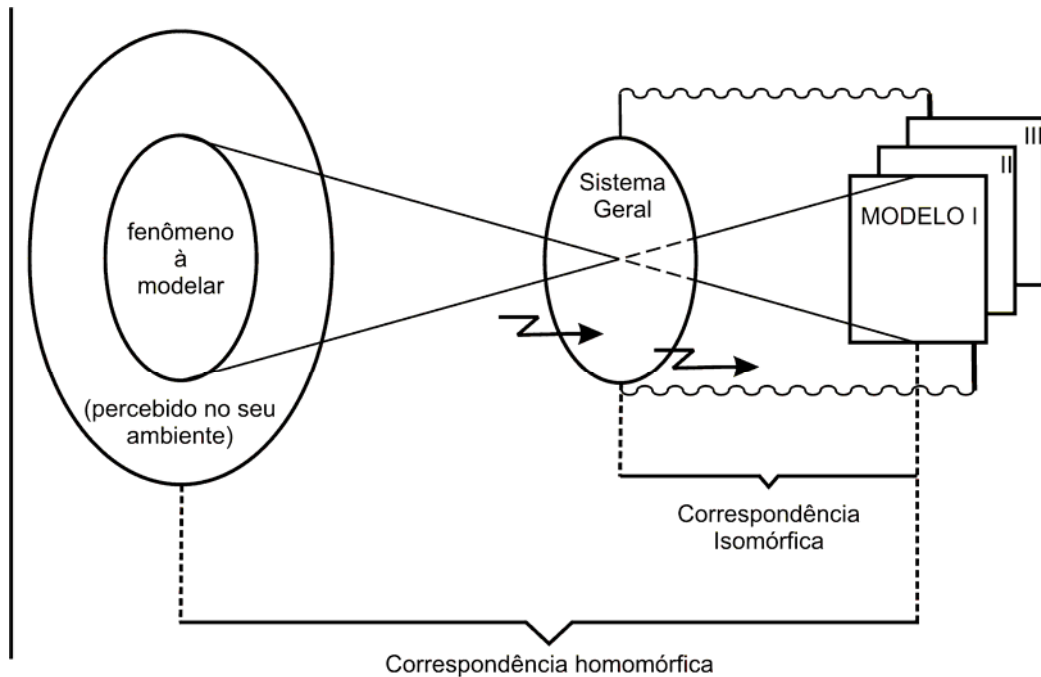


Figura 9: A Sistemografia: o modelo, homomórfico do objeto a ser modelado é isomorfo do sistema geral e portanto dotado de todas suas propriedades. (Fonte: Le Moigne, 2006).

Le Moigne remarca que há apenas uma necessidade imposta à modelação sistêmica: “ela pode – diferentemente da modelação cartesiana – deixar divagar à vontade a imaginação do observador, desde que esteja assegurada permanentemente a validade das duas correspondências, isomorfia com o sistema geral e homomorfia com o objeto considerado”.

Seria instigante procurar demonstrar haver isomorfismo entre o modelo IQUA e o sistema geral que, no caso, seria a Equação 1 emergente do Segundo Princípio da Termodinâmica. Este não é, todavia, um objetivo específico deste estudo. Pode-se argumentar e apontar, entretanto, com base nas noções gerais de modelo sistêmico elaboradas por Le Moigne, porque o modelo IQUA pode vir a ser considerado como tal. Além disso, a partir da discussão sobre aprendizagem sistêmica feita anteriormente (Capítulo 4), pode-se afirmar que a aplicação deste indicador constitui prática sistêmica, podendo ser perfeitamente inserido no ciclo de aprendizagem apresentado por Schlindwein (Figura 4).

De modo geral, modelar sistemicamente, segundo Le Moigne, é *conceber* e, a seguir, construir o modelo. Em outras palavras, partir de idéias, e somente depois construir o modelo. O autor compara a construção de modelo sistêmico com criação arquitetônica – o modelo é obra de arquiteto, de criador, e não de analista. Enquanto o primeiro idealiza e depois constrói, o segundo parte de uma realidade que julga objetiva, para a seguir dissecá-la, “descascá-la” com seu bisturi.

Modelar sistemicamente não é resolver um problema supostamente bem colocado procurando um modelo já formulado na carteira, acumulada pelas ciências desde milênios; é antes procurar formular, identificar problema proposto pelos modeladores, colocando em obra um procedimento de modelação cujas regras são inteligíveis e aceitáveis. Nesta modelação, objeto modelado e modelador, ambos dotados de objetivos e finalidade, estão estreitamente ligados (Le Moigne, 2006).

Ora, o IQUA (D’Agostini, 2004b) foi construído a partir de uma idéia: a idéia de avaliação de desempenho ambiental. Sua construção foi baseada em outra idéia: traçar uma analogia entre o uso da água e indiscutível implicação do Segundo Princípio da Termodinâmica (Equação 1). Os passos para a construção do indicador são permeados de idéias, pontos de vista sobre um “objeto” a ser modelado como, por exemplo, interpretar crescente quantidade de água retirada de determinada fonte já considerada escassa como crescimento de custo ambiental em taxa crescente; ou ainda considerar que incrementos de perda de qualidade da água devam resultar em custo ambiental crescente em taxa decrescente... são idéias propostas pelo modelador - não estavam “escritas” na “realidade”, apenas esperando algo como uma “tradução”. Em outras palavras, na construção do IQUA, os problemas que envolvem o sistema que usa água (delimitado pelo modelador) não se apresentaram sozinhos, mas resultaram de ato de distinção do autor, na medida em que indissociáveis de *suas* idéias orientadoras. Problemas estes que serão tratados - a partir do modelo - segundo o processo de compreensão (do autor) daquela situação de complexidade, o que confirma: “a modelação se constrói como um ponto de vista sobre o real, não mais descrição objetiva e silogisticamente analisável do real” (Le Moigne, 2006).

Aplicação do IQUA: prática sistêmica

Do mesmo modo quando da discussão sobre a cobrança pelo uso da água (item 5.1.1), a partir da Tabela 1 (Schlindwein, 2005) várias considerações podem ser feitas, evidenciando-se que, ao contrário da cobrança, a aplicação do IQUA pode ser considerada prática sistêmica, com o propósito de aprendizagem do uso da água.

O Indicador em questão foi claramente construído “para estruturar uma situação percebida como problemática, de complexidade”: avaliação de usos da água pelo homem. Para tanto, levou-se em consideração que problemas, no caso decorrentes de mau uso, não existem isoladamente, ou seja, os “ambientes” dos problemas também precisam ser considerados. Neste sentido, a cada passo da construção do indicador, levou-se em conta usuários que pudessem ser “prejudicados” pela retirada da água da fonte, pelo despejo de água em mananciais receptores, inclusive levando em conta o aspecto regularidade – os quais afetam infalivelmente outros usuários - em todas as etapas do processo: “a qualidade do uso da água não é avaliada exclusivamente a partir da perda de potencial à luz da demanda que levou ao uso, mas também à luz de demandas que levarão a usos de águas afetadas pelo primeiro” (D’Agostini, 2004b). A construção do indicador evidencia, portanto, que “a interação do sistema de interesse com seu contexto (“ambiente”) é o foco principal de atuação e da promoção de mudança” (Schlindwein, 2005): melhoria de situações (-problema) que envolvem usos de água.

O foco geral, por sua vez, está claramente “no processo [de aprendizagem] implicado no alcance de um objetivo ou resultado”, isto porque o desempenho ambiental no uso da água pode sempre ser melhorado - o objetivo é promover a aprendizagem do uso da água, de modo que o desempenho seja sempre cada vez melhor: o indicador é aplicado, e o usuário recebe

uma nota pelo seu desempenho no uso da água – *feedback* para o usuário. O IQUA possibilita ao usuário, assim, refletir sobre o resultado, buscar possível “erro” quanto à utilização da água (“a aprendizagem ocorre quando detectamos um erro e o corrigimos”, de acordo com Argyris, 1977) e, a partir de atitudes²⁷ frente às informações fornecidas pelo indicador, melhorar seu desempenho ambiental no uso da água.

Ressalta-se que, a partir da aplicação do IQUA, é possível o usuário “localizar” no sistema de interesse (como por exemplo o da Figura 6), o que determinou bom ou mau resultado na avaliação do uso da água: se por exemplo, uma baixa “nota final” está relacionada a uma baixa regularidade de água mobilizada na entrada, ou baixa qualidade de água de saída em relação à qualidade de água no manancial receptor, etc. Quando o usuário da água for uma organização, este fato de todos os componentes da organização poderem visualizar o sistema como um todo, e identificar “erros” é particularmente importante:

Quando as pessoas na organização se concentram exclusivamente no cargo em que ocupam, elas têm pouco senso de responsabilidade em relação aos resultados da interação de todos os outros cargos. Além disso, quando os resultados são frustrantes, talvez seja muito difícil descobrir as razões. Resta apenas presumir que alguém “fez alguma besteira”(Senge, 2002).

A responsabilidade, portanto, não apenas está presente na construção do indicador, como, através de sua aplicação, é incentivada, e os usuários de água são responsáveis pelo uso que fazem do recurso, em cada etapa deste uso: “a ética presente é a da responsabilidade, já que considera o mundo resultado do ato de distinção de seres conscientes” (Schlindwein, 2005).

Por fim, de tudo o que foi dito, a aplicação do IQUA pode ser claramente inserida no processo cíclico que caracteriza a aprendizagem sistêmica (Figura 10).

²⁷ A aplicação do IQUA promove ação do usuário frente ao mau uso, o que pode constituir “arma” contra a passividade da sociedade civil apontada por Fucks (1996), e discutida no Capítulo 1 deste trabalho.

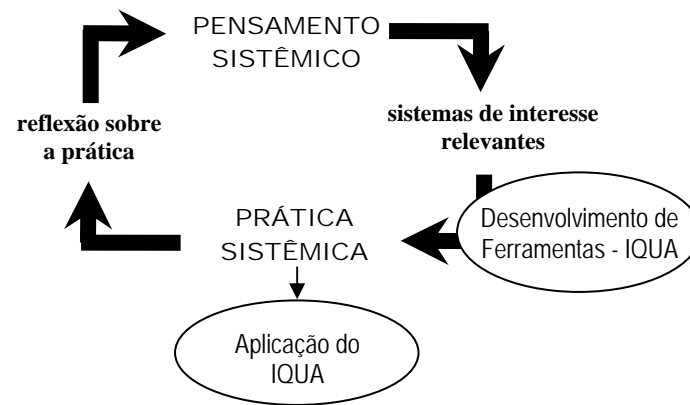


Figura 10: Ciclo de aprendizagem – do uso da água – representando a relação entre pensamento e prática sistêmica, onde a prática sistêmica é a aplicação do IQUA. Adaptado de Schlindwein, 2005.

Capítulo 5

PROPOSTAS DE APLICAÇÃO DO IQUA ENQUANTO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM DO USO DA ÁGUA

A cobrança pelo uso da água, além de já estar prevista em lei, é socialmente bem aceita e operacionalmente viável. Por isso, propõe-se mecanismo que, por ser construído com base no indicador de desempenho ambiental IQUA, minimiza o fato de a cobrança, por si só, não ser prática sistêmica. Após discussão sobre as vantagens e desvantagens da prática da cobrança realizada deste modo, indica-se também outra forma de aplicação do IQUA enquanto instrumento de aprendizagem do uso da água: não necessariamente estabelecer a cobrança, mas através de processo de certificação baseado em “selos”, avaliar e classificar o desempenho ambiental no uso desse recurso.

5.1 Cobrança pelo uso da água baseada no IQUA

5.1.1 O mecanismo

Como nos procedimentos para a construção do Indicador de Qualidades de Usos da Água foi adequadamente levada em conta a complexidade de significados das informações necessárias para depois traduzi-las em mensagem simples, a construção de mecanismo de cobrança baseado no Indicador de Qualidades de Usos da Água resulta muito acessível. Isto está de acordo com uma das recomendações da OCDE (Buckland e Zabel, 1998, apud Santos, 2002) que define critérios a serem utilizados para avaliar a aplicabilidade ou performance de instrumentos econômicos na gestão de recursos hídricos: um deles é justamente sua chamada

“praticabilidade”, critério que diz respeito à clareza e à simplicidade dos instrumentos (considerados fatores cruciais, por afetarem “a eficiência administrativa da política”).

Conforme já explicado no item 5.2.1, o valor do IQUA é obtido a partir de valores de qualidade e de quantidade de água na entrada e saída de um sistema onde ela é utilizada, levando-se ainda em conta a regularidade de disponibilidade do recurso. O resultado obtido será sempre um valor no intervalo $[0,1]$. Quanto maior o valor do IQUA, melhor a qualidade do uso da água. Em mecanismo de cobrança pelo uso da água baseado no indicador IQUA, o preço cobrado deveria, portanto, ser inversamente proporcional à qualidade de uso do recurso: quanto melhor o uso, menos o usuário deveria pagar por ele.

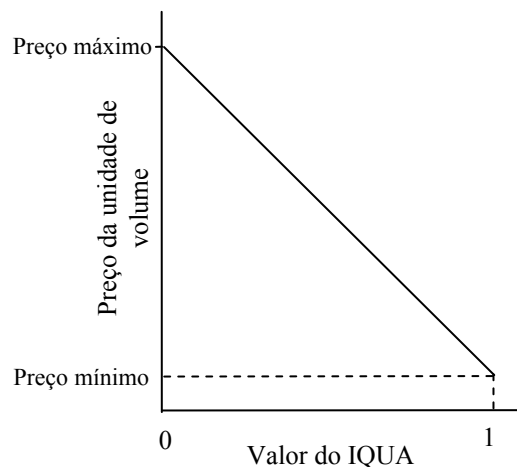


Figura 11. Proposta de evolução do preço por unidade de volume captada na fonte, em função de valores do IQUA.

Assim, quando a qualidade do uso fosse a máxima possível, o preço seria mínimo, e o preço seria máximo quando a qualidade do uso da água fosse a pior possível. Os valores monetários (preços máximo e mínimo) pela quantidade de água mobilizada seriam estabelecidos pelos comitês de bacias hidrográficas.

Conforme a figura 11, o preço da unidade de volume (PUV) pode ser, portanto, assim obtido:

$$PUV = (P_{\text{mín}} - P_{\text{máx}})(IQUA) + P_{\text{máx}} \quad (25)$$

onde $P_{\text{mín}}$ e $P_{\text{máx}}$ são, respectivamente, os o preços mínimo e máximo a ser cobrado por unidade de volume de água captada na fonte.

A seguir, bastaria multiplicar o volume de água mobilizado pelo usuário pelo preço da unidade de volume correspondente a seu desempenho no uso da água:

$\text{Valor a cobrar} = \text{Preço da unidade de volume} \times \text{Volume de água mobilizado.}$
--

A linearidade entre valor do IQUA e o preço da unidade de volume na Figura 11 não é uma simplificação, mas simplicidade operacional que emerge da lógica de construção do indicador. Ocorre que a natureza não linear de relações entre características do uso da água e correspondentes componentes do custo ambiental já estão devidamente incorporadas na derivação de CAI_E (custo ambiental indireto na entrada do sistema), CAI_S (custo ambiental indireto na saída do sistema), CAA_E (custo ambiental adicional associado à irregularidade de entrada de água no sistema) e CAA_S (custo ambiental adicional associado à irregularidade de saída de água).

5.1.2 Vantagens da cobrança baseada em indicador de desempenho ambiental no uso da água (IQUA)

A cobrança pelo uso da água pode ser interpretada tanto como sanção por comportamento indesejável – paga mais quem usa mal - quanto como instrumento promotor de comportamento desejável. Buglione (1999) considera que o “*res omnius*” “rompe com a idéia de apropriação individual e instaura o imperativo de limitação das condutas individuais que tendam ao dano ambiental”. Ora, *limitar* é restringir, estabelecer fronteira. Isso pode ser feito tanto através de sanções, penalizando, como também regulando, orientando comportamentos.

Quando o resultado da cobrança for mudança de comportamento, pode-se dizer que a mesma realmente operou como instrumento de aprendizagem, pois o aprender pode ser reconhecido justamente em mudanças de conduta: promover comportamentos desejáveis é dos principais objetivos de um instrumento de aprendizagem. Viu-se, porém, no item 4.1.1, que a cobrança pode ser interpretada como instrumento de aprendizagem do tipo estímulo-resposta, produto de visão reducionista da corrente teórica *behaviorismo*, e cujos resultados práticos foram e ainda são muito contestados; e que talvez seja esta a explicação para que Santos (2002) em sua tese de doutorado “O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário” tenha concluído que “a cobrança por uso da água, por si só, tende a ter pouco impacto na mudança de comportamento do poluidor/usuário”. Em outras palavras, é pouco provável que a cobrança opere, por si só, como instrumento de aprendizagem.

Já a cobrança relacionada a um indicador de desempenho ambiental pode ser considerada caminho para uma aprendizagem mais sistêmica: por haver sempre uma nota de desempenho subjacente ao preço a ser pago, o usuário poderia vir a percorrer o ciclo de aprendizagem proposto por Argyris e Schön (Figura 6). Ao refletir sobre a nota recebida e conseqüente preço a pagar pelo uso, o usuário pode estabelecer estratégias de ação para

melhorar a situação, analisar as conseqüências, pensar em outras estratégias, melhorando seu desempenho ambiental cada vez mais, caracterizando no caso um *single loop learning* (aprendizagem de uma volta).

Em outras palavras, a cobrança efetuada dessa forma pode ser considerada estímulo ao bom desempenho no uso da água não apenas porque o mau uso da água “doeria no bolso”, mas porque promove a reflexão: o usuário é levado a refletir sobre de que modo a quantia que ele deve pagar está relacionada com seu desempenho ambiental, e sobre como ele pode melhorar esse desempenho (o que é muito mais do que simplesmente “economizar” água!).

A longo prazo, poderia mesmo ocorrer aprendizagem *double-loop* (duas voltas), caso o desempenho verificado e as reflexões e atitudes tomadas posteriormente em relação a ele levassem a mudanças no modelo mental de usuários, e/ ou mudanças de políticas e de objetivos em organizações que façam uso da água.

5.1.3 Desvantagens da cobrança baseada em indicador de desempenho ambiental no uso da água (IQUA)

Apesar de a cobrança pelo uso da água já estar prevista em lei, vários argumentos podem ser levantados contra esse instrumento de gestão dos recursos hídricos, mesmo sendo ele baseado em indicador de desempenho ambiental.

Se, quando da aplicação da cobrança o processo de aprendizagem não for valorizado por usuários e por quem efetua a cobrança, o usuário pode simplesmente pagar e seu desempenho continuar o mesmo, pois, como já foi discutido na seção 5.1.1, o ato de pagar já exime, perante a lei, o indivíduo da responsabilidade sobre o uso da água (e também da QUALIDADE do uso) – ou seja, da responsabilidade para com outros usuários.

Este aspecto relacionado a diferenças entre situações financeiras dos diferentes usuários pode ser determinante da eficiência da cobrança enquanto instrumento de

aprendizagem. Feres et al. (2005), em texto de discussão do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), apresentam interessantes resultados da “Pesquisa sobre Utilização de Água pelos Estabelecimentos Industriais na Bacia do Paraíba do Sul”. Entre outros resultados, tal pesquisa aponta que parcela significativa dos usuários industriais mostra-se contrária a cobrança pelo uso da água. Mas a rejeição não é uniforme: “concentra-se nos estabelecimentos que se caracterizam como pequenos usuários da água”. O fato de os grandes usuários – quase sempre indústrias com grande potencial lucrativo – não se oporem à cobrança talvez seja confirmação da hipótese de que estes muitas vezes preferam pagar para disporem da água como queiram, do que delinear novas estratégias e mudar comportamento, no sentido de melhorar o desempenho ambiental no uso da água. A cobrança, como tudo o que tem como base “o preço”, será sempre vantajosa para quem dispõe de mais meios para pagá-la.

Outro forte argumento contra a cobrança, seja ela baseada ou não em indicador de desempenho no uso da água, emerge quando a questão é o uso deste recurso na agricultura. Johnsson et al (2003), em estudo sobre a cobrança pelo uso da água na Bacia do Paraíba do Sul, reconhecem que o setor agropecuário tem “posição estratégica potencial de “produtor de água””. Por isso, nesta bacia, o Preço Público Unitário (PPU)²⁸ para os setores de agricultura, pecuária e aqüicultura tem valor bem inferior aos adotados para os usuários industriais e de saneamento básico. Se o setor agropecuário é “produtor de água”, deveria haver cobrança pelo uso da água apenas quando houvesse perda de qualidade da água nos corpos d’água afetados pelo uso, ou seja, quando a água que saísse do sistema de interesse fosse de qualidade inferior àquela do corpo d’água receptor. Se a cobrança fosse baseada no IQUA, não haveria problema em identificar e tratar esse caso, não fora outro problema: conforme o que já foi

²⁸ Base do valor final de cobrança segundo mecanismo de cobrança utilizado nesta bacia.

apontado por Martini (2000), o único sistema possível de ser delimitado²⁹ para fins de se medir a qualidade da água de saída em sistemas cujos componentes são propriedades rurais é a bacia ou micro-bacia hidrográfica. A cobrança (baseada ou não no IQUA) teria que ser, por conseguinte, aplicada à coletividade.

Ocorre que, conforme também já apontado por Martini (2000), a cobrança coletiva acarreta alguns problemas: entre outros, a cobrança assim efetuada seria “pouco eficiente na coibição da poluição”, ao “penalizar” igualmente os que utilizam bem e os que utilizam mal o recurso (pode-se depreender que pouco eficiente seria também em promover mudança de comportamento em relação ao uso da água). No caso da cobrança baseada no IQUA, tal desvantagem seria atenuada: o preço seria determinado pela qualidade do uso da água de todo o grupo de agricultores integrantes de determinada bacia – sistema do qual cada proprietário rural seria componente (o que se harmonizaria com a lei, que justamente determina bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, segundo a Lei 9.433/97 Art.1º, inciso V). Existe inclusive a possibilidade de o IQUA ser aplicado em sub-bacias, conforme já foi feito, em dissertação de mestrado, na Microbacia Alto Dona Luisa, no Vale do Rio Itajaí do Sul, em Santa Catarina (Negri, 2002): neste trabalho, o IQUA foi aplicado em cinco sub-bacias (além de ser calculado também o IQUA para todo o conjunto da área de estudo). A cobrança, baseada no IQUA e realizada desta forma, amenizaria ainda mais os problemas advindos de cobrança coletiva – apesar de não os eliminar de todo, pois sempre poderá existir mais de um proprietário rural em cada sub-bacia.

²⁹ É importante remarcar que, a fim de representar uma situação como sistema, é necessária a identificação de uma fronteira, a qual separa o sistema do ambiente no qual o mesmo está inscrito (The Open University, 2002).

5.2 Selos de desempenho

Como uma segunda proposta de aplicação do IQUA enquanto instrumento de aprendizagem do uso da água, sugere-se a classificação de desempenho de usuários da água através de “selos de desempenho”: os comitês de bacias hidrográficas estabeleceriam faixas de desempenho ambiental no uso da água, segundo possíveis valores do IQUA. A cada faixa, seria associado um “selo” (divulgado ao público), como no exemplo da tabela 3.

Tabela 3. Exemplo de classificação de desempenho ambiental através de selos coloridos, em função de valores do IQUA.

Valor do IQUA	SELO
0 a 0,2	Vermelho
0,2 a 0,4	Laranja
0,4 a 0,6	Amarelo
0,6 a 0,8	Verde
0,8 a 1,0	Azul

Assim, seriam estabelecidas classes de desempenho ambiental no uso da água, e os desempenhos de usuários poderiam ser comparados - e de forma justa (o que está garantido pela forma com que foi construído o indicador). Conforme já discutido no item 5.2, a comparação é capaz de desencadear mudança de comportamento, já que assume-se que o que move as pessoas a fazer o ambientalmente desejável é muito mais a necessidade de serem bem avaliadas pelos outros sobre o que elas fazem, do que a necessidade que elas sentem de desempenhar bem. Segundo Antônio Félix, superintendente da ANA, a opinião pública é,

muitas vezes, mais determinante na mudança de comportamento de organizações em relação ao uso de recursos naturais do que a própria legislação ambiental (informação verbal)³⁰. Ressalta-se que não apenas o constrangimento em relação à opinião pública poderia fazer com que os usuários mudassem seu comportamento para melhor, como a opinião pública poderia forçá-los a rever a qualidade do uso que fazem da água. E, inversamente, indústrias e organizações poderiam usar eventual selo de bom desempenho como propaganda para seus produtos. Remarca-se que os selos já constituiriam, por si sós, implementação de outra linha de ação da ANA (Agência Nacional de Águas), já citada neste trabalho: a rotulagem de produtos economizadores de água.

Outra vantagem da exclusiva classificação segundo avaliação da qualidade do uso da água é que, ao contrário do que quando vinculada à cobrança, ela pode ser aplicada a não importa que categoria de usuário, inclusive no caso de o “usuário” ser um grupo de agricultores integrantes de uma bacia hidrográfica. Soma-se como ponto positivo o fato de este procedimento estar mais de acordo com o que estabelece a legislação: a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97 Art.1º, inciso V); e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Inciso VI da mesma Lei). Em relação a este último fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a participação dos usuários e da comunidade seria de fato imprescindível e determinante no procedimento, pelo fato de serem eles os responsáveis por eventual melhor desempenho ambiental no uso da água – haveria participação não apenas na elaboração da política, como em seus resultados.

³⁰ Informação fornecida por Antônio Félix no I Workshop de Gestão e Reuso da Água na Indústria, 11 e 12 de dezembro de 2005, em Florianópolis – SC.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobrança é produto emergente da sociedade de mercado, e só deveria fazer sentido quando houvesse possibilidade de escolha entre “produtos” - e não se pode prescindir de água. Cobrar pelo uso da água é “monetarizar” fatores de sustentação da propriedade vida.

Martini (2000) considera o realce da dimensão econômica na gestão de recursos hídricos um recuo estratégico, e espera que temporário. Este autor acredita que a solução para o problema das águas só ocorrerá “quando os homens encontrarem formas mais adequadas de relacionamento com os outros componentes da natureza”, e que as “falhas das propostas de gestão ambiental parecem concentrar-se justamente no fato de que o homem empreende uma fuga dessa verdade”. A proposta de cobrança pelo uso da água com base no IQUA também pode ser assim considerada, como recuo estratégico e temporário enquanto não fosse possível ou socialmente aceita e abraçada a implementação de algo como a segunda proposta, a classificação de desempenho de usuários da água através de “selos de desempenho”, muito mais incentivadora de bom relacionamento homem-meio: assim como pequenas mas suficientes distinções entre semelhantes constituem pilar da evolução biológica, a comparação de desempenho ambiental no uso da água entre diferentes usuários possibilitaria distinção entre semelhantes suficiente para uma evolução (positiva) do comportamento de humanos em relação ao uso deste recurso.

A classificação de desempenho de usuários da água é móvel para a responsabilidade social em relação ao meio, móvel portanto para o cumprimento da Constituição Federal, segundo a qual o *meio ambiente* deve ser entendido como bem comum e de responsabilidade de todos, “(...)impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-

lo para as presentes e futuras gerações” (caput do art. 225, da Constituição Brasileira de 1988).

A doutrina do direito classifica o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de terceira geração. Esta classificação do direito em gerações foi resultado de processo evolutivo dos direitos humanos, e distingue três gerações de direitos após a Revolução Francesa, correspondendo, respectivamente, às máximas por ela apregoadas: liberdade, igualdade e fraternidade³¹. Pode-se traçar um paralelo, a guisa de finalização: incentivar a aprendizagem [sistêmica] do uso da água a partir da aplicação do IQUA é forma não repressiva de limitar condutas: é garantir a fraternidade do direito de terceira geração, sem infligir a liberdade do direito de primeira geração. Além disso, a avaliação de desempenho ambiental do uso da água a partir do IQUA, conforme já discutida, é justa, não ferindo a igualdade do segundo. Pode-se dizer ainda que incentivar bom desempenho ambiental em usar a água a partir da aplicação do IQUA é política para o que poderia ser uma quarta geração dos direitos humanos - a generosidade. Pois, segundo D’Agostini (2007), “a carência de generosidade está no coração do desempenho ambiental insuficiente”, e não apenas em relação ao uso da água.

³¹ Os direitos de primeira geração são os direitos civis e políticos, os de segunda geração, os direitos econômicos, sociais e culturais, e os de terceira geração incluem os direitos difusos como o meio ambiente, a paz, e os direitos coletivos como, por exemplo, os das mulheres, índios, homossexuais (coletividades que se sentem prejudicadas no meio social).

7. Referências Bibliográficas

AMARAL, Carlos Alberto A. O valor da commodity ambiental. **Ecoviagem**, 2004.

Disponível em:

<http://www.ecoviagem.com.br/ecoartigos/def_ecoartigos.asp?codigo=8935>. Acesso em: 8 setembro 2005.

ARGYRIS, Chris. **Double Loop learning in organizations**. Harvard Business Review. Boston : Harvard University, spt/oct 1977.

BARBOSA, MÜSSNICH & ARAGÃO ADVOGADOS: **Direito Ambiental - Panorama de Direito Ambiental no Brasil**. [2004]. Disponível em:

<http://www.bmalaw.com.br/sp/docs/comunicacao/newsletter/ambiental/bma_panorama_ambiental.pdf>. Acesso em 13 janeiro 2007.

BENJAMIN, Antônio Herman de Vasconcellos e (coord). **Dano ambiental: prevenção, reparação e repressão**. Revista dos Tribunais. São Paulo, 1993.

BENKIRANE, Redá (org). **A complexidade, vertigens e promessas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

BERTUOL, Ornella. **A quantificação da qualidade do uso da água: elementos para promoção de bom desempenho ambiental**. Florianópolis, 2002, Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.

BRASIL. **Código Civil (1916)**. Código civil comentado : atualizado até 20 de maio de 2006. Organização do texto: Nelson Nery Junior; Rosa Maria de Andrade Nery. 4. ed. São Paulo : Revista dos Tribunais de 2006 . 1375 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:**

promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 20 junho 2006.

BRASIL. Decreto n.24.643 de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/D24643.htm>>. Acesso em: 20 junho 2006.

BRASIL. Lei n.6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formação e aplicação, e dá outras providências. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São Paulo, RT: 2004.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São Paulo, RT: 2004.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 25 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São Paulo, RT: 2004.

BRASIL. Lei n. 9984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, São Paulo, RT: 2004.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos (Síntese Executiva). Aprovado em de janeiro por meio da Resolução nº 58 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - **CNRH**. Disponível em : <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 4 de julho de 2007.

BUGLIONE, Samantha. As flores não resistem a canhões. O desafio de tutelar o meio ambiente. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 4, n. 37, dez. 1999. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=1686>>. Acesso em: 23 maio 2007.

CALMON, Kátia Maria Nasiaseni. A Avaliação de Programas e a Dinâmica da Aprendizagem Organizacional, em Planejamento e Políticas Públicas. **IPEA**, Brasília, n. 19, junho 1998. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/ppp/ppp19/Parte_1.pdf>. Acesso em: 01 abril 2007.

CLÁUDIO, Marcus. **Dicionário Acadêmico de Direito**. São Paulo: Editora Jurídica Brasileira, 1999, p. 286.

CORREIA DE MELO, Bruno Herrlein. A igualdade aristotélica e o princípio da isonomia salarial. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 10, n. 954, 12 fev. 2006. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7948>>. Acesso em: 29 maio 2007.

CUNHA, Eldis Camargo Neves. Desafios jurídicos na gestão de recursos hídricos face aos instrumentos da política nacional: papel da Agência Nacional de Águas. Publicações ESMPU, 2004. Disponível em:

<http://www.esmpu.gov.br/publicacoes/meioambiente/pdf/Eldis_Camargo_Desafios_juridicos_na_gestao.pdf>. Acesso em: 22 junho 2006.

D'AGOSTINI, Luiz Renato. **Çal do saber sem sabor**. Florianópolis: Gráfica Editora Pallotti, 2004a.

_____. Indicador de Qualidade de Usos da Água. **Revista Eisforia**, Florianópolis, v.2, n.2, p. 92-112, 2004b.

D'AGOSTINI, Luiz Renato; CUNHA, Ana Paula Pereira. **Ambiente**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2007. No prelo.

EXTERCKOTER, Rudinei Kock. **Diagnóstico da qualidade das relações ambientais estabelecidas no uso da água na bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul (SC)**. Florianópolis, 2006, Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.

FELIX, Antônio. Conservação e Uso Racional da Água. **I Workshop sobre Gestão e Reuso de Água na Indústria**. Florianópolis, dez. 2005.

FERES, José, et al. Demanda por água e custo de controle da poluição hídrica nas indústrias da bacia do rio Paraíba do Sul. **IPEA**, Rio de Janeiro, texto para discussão nº1084, abril 2004. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/td/sumex/se1084.htm>>. Acesso em: 23 março 2007.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2002.

FUKS, Mario (1996), "Do discurso ao recurso: uma análise da proteção judicial ao meio ambiente do Rio de Janeiro". In: Leila da Costa Ferreira e Eduardo Viola (orgs.), *Incertezas de sustentabilidade na globalização*. São Paulo: Unicamp. Disponível em: <<http://www.humanas.ufpr.br/departamentos/deciso/pessoal/mario/~mfuks/artigo4.html>>. Acesso em: 24 fevereiro 2006.

JOHNSON, Rosa Maria Formiga, et al. A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do Paraíba do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003, Curitiba. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/CobrancaUso/_ARQS-Estudios/BPS/A%20Construcao%20do%20Pacto%20em%20torno%20da%20Cobranca%20na%20BPS%20-%20Rosa%20-%20Nov03%20-%20Artigo.pdf>. Acesso em 12 abril 2007.

KELLY, Curtis. David Kolb: The Theory of Experiential Learning and ESL. **The Internet TESL Journal**, Vol. 3, N. 9, September 1997. Disponível em <<http://iteslj.org/Articles/Kelly-Experiential/>> Acesso em: 12 dezembro 2006.

KOLB, David A; RUBIN, Irwin M.; McINTYRE, James, M. **Psicologia Organizacional: uma abordagem vivencial**. São Paulo: Atlas, 1978.

LE MOIGNE, Jean-Louis. **La théorie du système general: théorie de la modélisation**. Édition Électronique: Collection Les Classiques du Réseau Intelligence de la Complexité, 2006. Disponível em: www.mexapc.org. Acesso em: abril 2007.

MARTINI, Luiz Carlos Pittol. **Medidas compensatórias aplicáveis à questão da poluição hídrica de origem agrícola**. 2000. Tese (Pós-Graduação em Engenharia, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **A Árvore do Conhecimento**. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.

MILHOLAN, Frank; FORISHA, Bill. **Skinner X Rogers: Maneiras contrastantes de encarar a educação**. São Paulo: Summus, 1972.

MUNFORD, Alan. The case method – does learning theory matter? **Development and Learning in Organizations**, v.19, n. 4, 2005. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0810190405.html>>. Acesso em: dezembro 2006.

NEGRI, Genuino. **Aplicação do Índice de Qualidade do Uso da Água – IQUA – para avaliar o desempenho ambiental do uso da água em uma microbacia rural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau - FURB, 2002.

ONEPINE. People whose ideas influence organisational work. Disponível em: <<http://www.onepine.info/people.htm>>. Acesso em: 21 junho 2007.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. Aspectos institucionais da gestão da bacia hidrográfica da lagoa rodrigo de freitas. **Meio Ambiente UFRJ**, 2002. Disponível em <http://www2.uerj.br/ambiente/destaque/artigo_lagoa.htm>. Acesso em: 1 abril 2007.

SANTOS, Marilene de Oliveira Ramos Múrias. **O Impacto da Cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. 2002. Tese (Pós-graduação de engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SCHLINDWEIN, Sandro Luis. Prática sistêmica para lidar com situações de complexidade. Anais do I Congresso Brasileiro de Sistemas (CD-ROM), Ribeirão Preto, 9 e 10 de novembro de 2005.

SENGE, Peter. As pessoas não são recursos. **Executive Digest**, [online], n. 81, jul. 2001. Entrevista concedida a Ruben Eiras. Disponível em: <http://www.centroatl.pt/edigest/edicoes2001/ed_jul/ed81gestao-recursos.html> Acesso em: janeiro 2007.

_____. **A quinta disciplina : arte e prática da organização que aprende**. 11. ed. São Paulo: Nova Cultural, Best Seller, 2002.

SENGE, Peter et al. **A quinta disciplina - caderno de campo: estratégias e ferramentas para construir uma organização que aprende**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2000.

SILVA, Rosana Ribeiro da. Tutela penal dos interesses difusos . **Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 510, 29 nov. 2004. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=5980>>. Acesso em: 23 maio 2007.

SMITH, M. K. Chris Argyris: theories of action, double-loop learning and organizational learning. **The Encyclopedia of Informal Education**, 2001a. Disponível em: <www.infed.org/thinkers/argyris.htm>. Acesso em: março 2007.

_____. Donald Schön: learning, reflection and change. **The Encyclopedia of Informal Education**, 2001b. Disponível em: <www.infed.org/thinkers/et-schon.htm>. Acesso em: março 2007.

_____. Peter Senge and the learning organization. **The Encyclopedia of Informal Education**, 2001c. Disponível em: <www.infed.org/thinkers/et-schon.htm>. Acesso em: março 2007.

VETTORATO, Gustavo. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumento estadual de política macroeconômica . **Jus Navigandi**, Teresina, a. 8, n. 474, 24 out. 2004. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=5803>>. Acesso em: 27 agosto 2005.

ZACHARIAS, Vera Lúcia Camara. Skinner e o behaviorismo. **Centro de Referência Educacional**. Disponível em: <<http://www.centrorefeducacional.com.br>>. Acesso em: março 2007.