

Desafíos de la sustentabilidad del desarrollo. Estrategias de manejo del riesgo ambiental

Alicia N. Iglesias* - Jorge Gustavo Roco**

Resumen

El paradigma del desarrollo sostenible refuerza la dimensión ambiental de la “espacialidad” geográfica, al sustituir la ideología del crecimiento económico ilimitado por el balance de largo plazo de las interrelaciones sociedad-naturaleza. Ello implica, el mejoramiento del bienestar social y del manejo sostenible de recursos y servicios del sistema natural, éticamente acorde con la consideración y el respeto a las generaciones futuras. El trabajo examina la diversidad de enfoques teórico-metodológicos acerca del desarrollo sostenible, en particular, la cuestión del riesgo ambiental, constituido actualmente en un reto global. Su prevención y cautela, siguiendo el postulado señero en materia de tutela jurídica del ambiente, señala que el conocimiento sobre los daños ocasionados al medio ambiente debe abordarse desde la responsabilidad de la colectividad, en virtud del principio de solidaridad, propio del estado social. Tal interpretación de la condición contingente de los fenómenos ambientales, su complejidad geográfica, es analizada en un caso crítico para la seguridad ambiental, como es el riesgo aviario en aeropuertos.

Palabras clave: desarrollo sostenible, riesgo ambiental, seguridad ambiental

Challenges of the sustainability of the development. Strategies of handling of the environmental risk

Abstract

The paradigm of the sustainable development reinforces the environmental dimension of the “geographic spaciality”, after the relationship between society and nature replaces the ideology of the economic unlimited growth with the balance of long term interrelations. It implies, the improvement of the social welfare and of

* Docente-Investigadora, CONICET, Universidad Nacional de Luján, alicia_iglesias@ciudad.com.ar

** Tesista, Maestría en Intervención Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, jroco@anqn.com.ar

the sustainable handling of resources and services of the natural system, ethically according to the consideration and the respect to the future generations. The work examines the diversity of theoretical-methodological approaches about sustainable development, in particular, the question of environmental risk, constituted at present into a global challenge. Its prevention and caution, following the unequalled postulate on the subject of juridical tutelage of ambience, indicates that the knowledge on the damages caused to the environment must be tackled from the responsibility of the community, by virtue of the principle of solidarity, proper of the social state. Such an interpretation of the contingent condition of the environmental phenomena, its geographic complexity, is analyzed in a critical case for the environmental security, as it is the aviary risk in airports.

Keys words: sustainable development, environmental risk, environmental security.

Introducción

El significado de la sustentabilidad ambiental

Aunque la dimensión sostenible del desarrollo reconoce tratamiento liminar en el modelo mundial World III auspiciado por el Club de Roma, bajo el título de *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* (Meadows, 1972), que fuera presentado en la *Conferencia de Estocolmo* de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada ese mismo año, su definición más aceptada es la introducida en 1987 por la World Commission on Environment and Development (WCED), a través del conocido Informe *Our Common Future* comandado por Gro Harlem Brundtland, de quien recibe su más divulgada denominación. La idea del desarrollo sostenible como aquel que *satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*, inaugura, con su ambigüedad, un foro de expertos, en busca de definiciones alternativas propias¹.

El Informe Brundlant centra su atención en los estilos de desarrollo y sus repercusiones para el funcionamiento de los sistemas ecológicos, subrayando que los problemas del medio ambiente y, por ende, las posibilidades de que se materialice un estilo de desarrollo sostenible, están directamente relacionados con los problemas de la pobreza, de la satisfacción de las necesidades básicas de alimentación, salud y vivienda, de una matriz energética que privilegie las fuentes renovables, y del proceso de innovación tecnológica. (González Arencibia, 2006).

Tal concepción del desarrollo sustentable aporta, junto con la idea fundacional de equidad entre generaciones, dos perspectivas conjuntas pero de interpretación divergente: por un lado, una visión utilitaria de los servicios prestados por los ecosistemas como sostén de la vida humana, y por otro, el valor intrínseco de la biodiversidad y de la diversidad cultural de la sociedad. Difundida como los “tres pilares del desarrollo sustentable” (ambiental, económico y social), dicha concepción anida un planteo contradictorio, forzado por la búsqueda de consenso por parte de la Comisión Brundlant, en su tentativa de superar antagonismos subyacentes (Daly, 2002). Entre los

¹ La muy conocida concepción germinal de H. Daly supone para el desarrollo sostenible una gestión de recursos renovables sometida a dos principios: las tasas de recolección deben ser iguales a las tasas de regeneración (producción sostenible) y las tasas de emisión de residuos deben ser iguales a las capacidades naturales de asimilación de los ecosistemas donde se emiten los residuos. Los recursos no renovables se deben gestionar de manera que su tasa de vaciado se limite a la tasa de creación de sustitutos renovables. Otros factores, como la tecnología o la escala de la economía, también tienen que armonizarse con el desarrollo sostenible.

más significativos: desarrollo vs. medio ambiente, economía vs. ecología, economía de subsistencia vs. integración al mercado mundial; todos ellos, derivados de no considerar los costos del desarrollo sostenible, ni su distribución, ni las respuestas estratégicas de los distintos actores involucrados.

Lo señalado no empañó el papel meritorio de la WCED en destacar la importancia del desarrollo sostenible y ubicar realmente esta cuestión entre las prioridades de las Naciones Unidas y, en general, de las instituciones internacionales de asistencia al desarrollo.

El perfil social del desarrollo sustentable, ha supuesto superar su énfasis original en el crecimiento económico y la protección del medio ambiente que, a su tiempo, constituyó un verdadero *oxímoron* –al enfatizar, en un mismo concepto, el enfoque sustentable del desarrollo mediante el empleo de términos contradictorios- para ampliar y profundizar su idea, hasta incluir nuevas calificaciones del desarrollo sustentable (que inaugura su condición humana, social, eco-céntrica), y de sus aplicaciones (justicia, equidad, pobreza). A la fecha, se asiste a un debate en el que conviven, en tensión creativa, algunos principios básicos fundacionales y una apertura a la reinterpretación que incluye su adaptación a diversos contextos sociales y ecológicos, y las dimensiones de justicia social y equidad.²

En tiempos sociales de cambios rápidos, el principio jurídico de precaución regula filosóficamente los peligros (riesgos) de daños ambientales derivados de procesos de desarrollo y justifica, en un contexto de incertidumbre, la adopción de medidas preventivas, aún sin ser establecidas completamente, en cada caso, las relaciones de causalidad. De allí que, el punto de partida para pensar la sustentabilidad de las actividades humanas encaminadas al desarrollo –entendido como proceso de expansión o realización de las potencialidades de una sociedad, para acceder gradualmente a una mejora cualitativa de la calidad de vida- es el pensamiento sistémico que contiene el carácter complejo de la sustentabilidad.

Cierto atavismo en la redefinición de la sustentabilidad de las actividades humanas, ha descubierto la diversidad de enfoques del problema, en particular, por parte de las disciplinas científicas implicadas, entre otras: ecología, geología, biogeoquímica, climatología, economía, historia, sociología, antropología, geografía.

² Los conceptos de equidad y justicia son muy importantes en las definiciones de desarrollo sostenible, pues si se ignora la influencia recíproca en un mundo interdependiente, se ignora una desigualdad peligrosa de acceso a los recursos. La justicia implica que cada nación debe tener la oportunidad de desarrollarse de acuerdo a sus propios valores culturales y sociales, sin negar a otras, el mismo derecho al desarrollo. Las generaciones futuras no pueden dar a conocer sus opiniones o proteger sus intereses en el proceso de la toma de decisiones. El desarrollo sostenible también debe tener en cuenta sus intereses.

Sin embargo, por encima de tal diversidad de ciencias usualmente denominadas ciencias ambientales o del ambiente, se consolida actualmente la construcción consensuada de la sostenibilidad, a partir de su focalización en la relación sociedad-naturaleza. Esta idea, discutida como un nuevo campo científico o ciencia de la sostenibilidad, ofrece una perspectiva superadora de su tradicional concepción simplista, enfocada a la obtención de la sustentabilidad de las acciones humanas agregando una dimensión ambiental a las metas clásicas de mejoras socioeconómicas del bienestar, en la política económica del desarrollo. (Haberl, 2003).

La admisión de la relación sociedad-naturaleza como premisa de la sustentabilidad postula la visión de la Tierra como un sistema *complejo* y exalta la condición finita y limitada de los recursos naturales, tanto por sus fuentes como por las posibilidades de disponer los desechos generados a partir de su uso, en función del ritmo al que pueden ser absorbidos por el medio ambiente.

En distintos subsistemas, debe observarse, además, los efectos de la ocurrencia que pequeños eventos pueden producir, con resultados impredecibles, sobre el medio (riesgos ambientales), en casos, drásticos (catástrofes), al desencadenar otros eventos cada vez más importantes. Tal complejidad sistémica enseña que las consecuencias de decisiones tomadas en una parte del mundo sobre estrategias de desarrollo, nos afectan a todos rápidamente y desnudan la interacción entre escalas espaciales diversas, reveladora de que las trayectorias del desarrollo sustentable difieren, de acuerdo a los lugares y los tiempos, valores y recursos. Lo cual, a su vez, justifica la determinación de prioridades en las acciones políticas vinculadas a la gestión de los problemas ambientales, en el marco de la humanidad toda, que trabaja por los mismos objetivos. El cliché empirista acerca del valor para el desarrollo sostenible de pensar globalmente y actuar localmente es, geográficamente, inadecuado. En todo caso, la complejidad e interdependencia de nuestro mundo actual obliga a pensar y actuar según redes, es decir, tanto global como localmente, articulando la asistencia *expertise* disponible en diferentes lugares y sectores.

No obstante la urgencia de la adopción empírica de tal perspectiva, desde el punto de vista conceptual se carece aún de una teoría integrada sobre futuros sostenibles. Una concepción que reconozca las sinergias y los apremios entre naturaleza, actividades económicas, y población humana. (Holling, 2000).

Distintos colectivos científicos, con sentido pragmático, adecuan sus acciones con representaciones creíbles, a partir de marcos teóricos disciplinares propios. Entre otros, cabe destacar: las visiones conservacionistas (teorías de la ecología y de la evolución), los enfoques ambientales de la economía (según las variantes provistas por los modelos de libre-mercado

(conocida como economía ambiental) o fiscalistas (conocida como economía ecológica), los de los activistas sociales (teorías de la comunidad y de la organización social). Sin embargo, en todos los casos, evadiendo la dimensión fundamental del desarrollo sustentable, es decir, el sistema ambiente (emergente de la relación sociedad-naturaleza).

El nudo teórico de la sustentabilidad del sistema ambiente es la paradoja fundamental de que el cambio es esencial, pero la estabilidad es necesaria, (Holling, 2000), y que la aparición impredecible de la novedad también crea una oportunidad.

El concepto de *panarchy*³, de paternidad putativa en la filosofía política, resuelve esa paradoja del cambio y la estabilidad en sistemas complejos, en los que coexiste la novedad (en un contexto en el que persiste la tendencia a la estabilidad), según ciclos (crecimiento, acumulación, reestructuración, y renovación) y estructuras jerarquizadas, espaciales (de la ciudad a la biosfera) y temporales (del corto plazo a las épocas geológicas). El conocimiento de los ciclos y sus escalas espacio-temporales hace posible identificar puntos en los cuales un sistema es capaz de aceptar el cambio positivo y, en consecuencia, permite utilizar esos puntos para fomentar su sustentabilidad.

En el laboratorio de la naturaleza, los ciclos rápidos inventan, experimentan y prueban, los más lentos estabilizan y conservan la memoria acumulada de los últimos experimentos acertados de supervivencia. En un sistema sano, cada nivel se permite funcionar protegido por niveles superiores, más lentos, más grandes, pero vigorizado por debajo, en cercanía de ciclos más rápidos, más pequeños, de innovación.

La idea de *panarchy*, creativo y conservador, a la vez, también clarifica el significado del desarrollo sostenible al integrar su facultad para crear y probar (desarrollo) con la de mantener, ante el cambio, la capacidad adaptante y de oportunidad (sustentabilidad). La meta fundamental del desarrollo sostenible es pues, fomentar capacidades adaptantes y crear oportunidades.

En definitiva, sostenibilidad significa que los cambios antropogénicos en los ecosistemas, producidos por los procesos de intercambio sociedad-naturaleza, no deben afectar la supervivencia o el bienestar humanos, ni los servicios de los sistemas naturales de base. Lo cual implica que su tratamiento conceptual y operativo debe incluir el análisis del comportamiento de la sociedad hacia su medio ambiente y de la naturaleza en sí misma, y ello, en diversos niveles de escalas espaciales y temporales.

³ Concepto inventado por Paul Emile de Puydt en 1860, contradice el conocimiento tradicional de la invariabilidad de la jerarquía del mundo y justifica la relación histórica (y contemporánea) entre el cambio y la permanencia, e igualmente entre predecible e imprevisible.

El desafío actual y a futuro, es participar reflexivamente de los esfuerzos hacia el desarrollo sostenible, de manera tal de poder anticipar e intervenir sobre cambios potencialmente peligrosos, abandonando el tradicional papel *ex post* de partícipe obligado a reaccionar ante riesgos, eventualmente catástrofes⁴ ambientales. (Haberl, 2003).

Riesgo ambiental: La condición contingente del territorio

Que la geografía se ha movido siempre en el terreno de la incertidumbre (complejidad sistémica⁵) es algo que ni legos ni profesionales de otras disciplinas científicas parecen dudar, aunque el colectivo de los geógrafos lejos de hacer suya tal idea, en términos teóricos, más bien ha hecho un uso metafórico de la misma. Aplica términos y conceptos vinculados (tales como: combinaciones, relaciones o sistema) y capitaliza teorías de otras ciencias para explicar la complejidad de los fenómenos que observa, pero es una ciencia deudora de aportar su saber en la praxis, de principios espaciales (como los de gradiente y centralidad).

En el territorio, las interacciones entre componentes naturales y sociales -suscitadas por la combinación de mecanismos de crecimiento, difusión y advección- son usina de complejidad, también provocada por las condiciones iniciales (del sistema) en el espacio geográfico. Éste, lejos de representar un simple sustrato sobre el que los elementos y mecanismos interaccionan, es un espacio estructurado que presiona, dirige, complica o simplifica la operatoria de las fuerzas de la naturaleza y las acciones de los hombres, al interior del sistema y también respecto de su entorno. El conocimiento de esto es particularmente sensible cuando se trata de comprender la dimensión espacial de los impactos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos de los riesgos ambientales y de la vulnerabilidad social, dados sus efectos prácticos sobre su prevención (por ejemplo en los planes de ordenación territorial). La previsión de riesgos ambientales debe responder a criterios multi-riesgo y comprender un análisis serio de la vulnerabilidad del conjunto de la población.

⁴ Las catástrofes, eventos típicos de la complejidad (expresan la auto organización crítica de los sistemas), abarcan, entre otras muchas expresiones: sismos, erupciones volcánicas, epidemias, fenómenos de violencia urbana y accidentes nucleares. Son causa y consecuencia de la desorganización de los territorios y afectan, de forma inmediata y más o menos durable, en particular, su espacialidad; ya sea según el diseño de *áreas* (inundaciones, incendios, etc.) y redes (su topología y conectividad del transporte, información y energía), cuyas formas de alta conectividad, en numerosos casos, han operado como una excelente previsión frente a riesgos de catástrofe mal apreciados.

⁵ La complejidad de escala ha sido descripta, desde la década de los años setenta del siglo veinte, en los estudios geomorfológicos de Jean Tricart y de geografía regional de Roger Brunet.

El riesgo es una noción compuesta por los conceptos de peligrosidad⁶ y vulnerabilidad⁷, resuelta por la ecuación: $\text{Riesgo} = F(\text{Peligrosidad}, \text{Vulnerabilidad})$ (donde F es una relación que depende del problema a analizar), de la que se desprende que: un mismo riesgo puede corresponder a una peligrosidad fuerte y a una vulnerabilidad débil, a una peligrosidad media y a una vulnerabilidad media, o a una peligrosidad débil y a una vulnerabilidad fuerte o elevada. Ello reafirma la condición probable del riesgo, nunca relevado como cierto ni definitivo, la apreciación de su variabilidad en el tiempo, y la aprehensión cultural de la sociedad que lo percibe. (Dauphiné, 2004).

A pesar de que numerosas disciplinas científicas explican la aparición de riesgos (también de catástrofes), desde el punto de vista teórico-metodológico, tres déficit importantes que vinculan al riesgo con la sustentabilidad, permanecen sin resolver. Por un lado, se encuentra en tal condición la comprensión del comportamiento humano involucrado en los riesgos, más allá de que se dispone de leyes y teorías disciplinares fiables; por otro, escasez de enfoques trans-disciplinarios, considerada una perspectiva metodológica imprescindible para entender integralmente los riesgos (bien explicados a nivel de disciplinas científicas) y, en particular, las catástrofes; y, por fin, el desigual conocimiento de la distribución geográfica de ambos fenómenos.

Bitácora de un tríptico clave: vulnerabilidad, resiliencia y capacidad adaptante

En perspectiva sistémica, los conceptos de resiliencia, vulnerabilidad, y capacidad adaptante se relacionan de maneras no triviales. (Gallopín, 2006). En términos simplificados, ante cambios en las condiciones de límite o en las

⁶ La peligrosidad es un concepto relativamente reciente, derivado del lenguaje de las probabilidades y, en sentido estricto, designa la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno. Es un concepto complicado pues la amenaza está en función de la intensidad del fenómeno, de su ocurrencia, de la duración considerada (tiempo) y del espacio tomado en cuenta. El término peligrosidad se define por una probabilidad (que considera dos características con respecto al fenómeno considerado: ocurrencia e intensidad) que no es fácil de establecer pues, en forma práctica la probabilidad de un acontecimiento se define como el límite de la frecuencia relativa observada de ese acontecimiento, en función de pruebas o de observaciones más o menos numerosas.

⁷ La vulnerabilidad es objeto de numerosas definiciones agrupables en dos grandes categorías: a) analítica, clásica y restringida, la trata en sentido amplio y expresa el nivel de consecuencias previsibles de un fenómeno (lo que se arriesga), aplicable a riesgos (naturales) previsibles, sobre la población, sus bienes y el medio en que vive, sin tomar en cuenta la capacidad de respuesta social ante crisis potenciales; b) sintética, mide la capacidad de un ecosistema de absorber el cambio y persistir (en su organización) después de una perturbación; por consiguiente, es inversa a la resiliencia (un sistema social de buena resiliencia tiene una vulnerabilidad débil y el sistema torna rápidamente a su estado anterior).

entradas externas de un sistema (natural, social, o ambiental): la resiliencia implica la capacidad de absorber impactos manteniendo sus funciones, a la vez que proporciona los componentes para su renovación y reorganización⁸; la vulnerabilidad define la susceptibilidad, en cuanto a funciones básicas e integridad del sistema, ante cambios contingentes perjudiciales para su estado; y, por fin, la capacidad adaptante⁹ se refiere a la facultad del sistema de modificar su estado actual, manteniendo las funciones básicas e integridad total. (GWSP, 2005).

La relación de la vulnerabilidad de la población y lugares con el riesgo ambiental (incluyendo catástrofes) es estratégica para la previsión-precaución de los mismos. Tres cuestiones son críticas, desde el punto de vista sistémico, en tal sentido: a) exposición, al stress y perturbaciones, b) sensibilidad a tales perturbaciones, que incluye su capacidad de anticipar y hacer frente al stress, y c) resiliencia. Varias regiones y poblaciones del mundo, ya expuestas a tensiones múltiples provenientes de fuerzas socioeconómicas (problemas ambientales), son altamente vulnerables, en el sentido de que están mal equipadas para hacer frente a los riesgos y catástrofes vinculados con el cambio climático global.¹⁰ (GEC&HH, 2006).

⁸ La resiliencia, definida originalmente por Holling (1973: 14) como "... medida de la persistencia del sistema y de su capacidad de absorber el cambio y el disturbio y aún mantener las mismas relaciones entre las poblaciones o las variables" y, más recientemente, redefinida por Walker et al. (2006) como la capacidad de un sistema de absorber disturbios y reorganizarse mientras experimenta el cambio, conservando esencialmente la misma función, estructura, identidad, y regeneración.

⁹ La capacidad adaptante difiere entre los sistemas ambientales (o socio-ecológicos), que la entiende como capacidad de hacer frente a nuevas situaciones sin opciones negativas para su futuro; ecológicos, relativa a la diversidad genética y biológica, y a la heterogeneidad de los mosaicos de paisaje; y sociales, vinculada con instituciones y redes que aprenden y almacenan conocimiento y experiencia, crean flexibilidad para la solución de problemas, balancean la energía entre grupos de interés y manifiestan una capacidad adaptante vinculada con el acceso a los recursos (a menudo, insatisfechos para grupos sociales marginados). Asimismo, incluye la experiencia, valiosa para la gestión, acerca de cómo la gente ha respondido a los períodos del cambio, y cómo la sociedad reorganizó el cambio siguiente. (GWSP, 2005).

¹⁰ A la fecha subsisten en el campo científico opiniones diversas sobre la vulnerabilidad. Por una parte, su consideración como la otra cara de la resiliencia pese a que la misma se define en términos de los cambios de estado entre los campos de atracción, mientras que la vulnerabilidad se refiere (o, por lo menos, también se refiere) a cambios estructurales en el sistema que implican cambios en su estabilidad. Por otra parte, la resiliencia es una característica interna del sistema, no incluye la exposición a las perturbaciones y parece estar relacionada, más obviamente, con el componente de la vulnerabilidad denominado capacidad adaptante. Sin embargo, también es confuso determinar si la resiliencia incluye la capacidad de respuesta, o es un elemento de la vulnerabilidad. Dado que la capacidad de respuesta, como elemento de la vulnerabilidad está supuestamente referida a la respuesta del sistema ante los cambios estructurales, parecería que la resiliencia debe considerarse como un subconjunto o un componente de la capacidad de respuesta. Es decir, las articulaciones conceptuales entre capacidad adaptante y capacidad de respuesta, como componente de la vulnerabilidad de un sistema, no están claras, más allá de la confirmación de la existencia de tal relación. Sí se considera, en general, que la capacidad adaptante, al incluir mejoras en los ajustes del sistema a su ambiente en ausencia de cambios en el mismo, es claramente más general que la capacidad de la respuesta.

La posición central que cobra la vulnerabilidad para la gestión ambiental de riesgos y catástrofes incentiva actualmente los esfuerzos teórico-metodológicos de la comunidad científica internacional para lograr su mejor comprensión. Tal empresa cuenta con el capital de experiencia acumulada, en el dilatado lapso en que el concepto (vulnerabilidad) ha sido utilizado por diversas tradiciones científicas, sin haberse establecido explícitamente algún tipo de consenso en su significado. En correspondencia con el campo temático de investigación (social, ecológica o biofísica, y ambiental, emergente de la relación sociedad-naturaleza), y la estrategia metodológica elegida (disciplinar, multi-disciplinar, inter-disciplinar) dicho concepto ha sido aplicado a distintos subsistemas de referencia.

A propósito de ello, Adger (2006) examina diferentes aproximaciones conceptuales a la vulnerabilidad, ya sea de linaje científico social o natural. Contabiliza elementos de acuerdo sobre la misma, tales como: a) carácter específico ante las perturbaciones o tensiones externas que afectan al sistema, es decir, su vulnerabilidad a ciertos disturbios y no a otros; b) capacidad de adaptación, c) naturaleza multi-escalar de las perturbaciones y de los efectos que la suscitan, d) carácter, generalmente, múltiple y de acción recíproca, de perturbaciones que “gatillan” la vulnerabilidad, e) susceptibilidad de potencial dual, es decir, al daño pero también al cambio o transformación favorable del sistema perturbado. (Gallopín, 2006).

Además del valor práctico que reviste tal consenso científico tácito, sobre el significado de la vulnerabilidad, para las políticas ambientales referidas al manejo del riesgo y las catástrofes, está pendiente la formalización plena de un compromiso transdisciplinario ambicioso de nivel internacional para trabajar sobre las diferencias que subsisten¹¹. Estas continúan siendo importantes y afectan negativamente, en particular, la tarea de identificar las ya señaladas relaciones cruciales para la gestión de riesgos y catástrofes: vulnerabilidad-resiliencia-capacidad adaptante.¹²

Asimismo, (la capacidad adaptante) puede incluir reacciones del sistema que modifican su susceptibilidad a las perturbaciones, y (las de) su exposición a ellos.

¹¹ Constituyen iniciativas recientes, en tal dirección: el Programa de *La Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso* (1999), enmarcada en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia; la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, realizado por 1.300 expertos de 95 países (2005), UNESCO; y los Informes (1990, 1995, 2001 y 2007) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), integrado por centenares de expertos de todo el mundo seleccionados por sus conocimientos especializados, comprobables mediante sus publicaciones y trabajos, así como por la diversidad de opiniones y conocimientos especializados, y de representación geográfica.

¹² Una amplia revisión de tal cuestión puede verse en la obra citada de Gallopín (2006). Allí se da cuenta de las principales divergencias conceptuales referidas a los sistemas ambientales: a) perturbación-stress (tensión)-peligro de impacto (shock); b) cambio o transformación del sistema; c) susceptibilidad; d) capacidad de respuesta; e) exposición; y f) resiliencia.

Esfuerzos de progreso hacia la sustentabilidad Diversidad de perspectivas teórico-metodológicas

La actual diversidad de perspectivas legítimas, de observación del progreso hacia la sustentabilidad está vinculada con visiones distintas y, aún, contrapuestas, referidas a las metas del bienestar social del desarrollo económico, las que no escapan a las dificultades para su operatividad.

Algunos criterios de definición muy general, como la capacidad de la biosfera de producir un flujo de materia y servicios seleccionados de los ecosistemas puede definirse, con suficiente exactitud, para permitir estimaciones de demanda agregada global de la humanidad. Una muestra exitosa, en tal sentido, como puede considerarse a la metodología para determinar la denominada *Huella Ecológica*¹³ (Wackernagel, 1996), no logra, sin embargo, con los datos proporcionados por sus indicadores, captar la diversidad de aspectos posibles de la sustentabilidad para el desarrollo.

El sistema ambiente (socio-ecológico, en términos de Gallopín (2003)) es la unidad analítica natural para la investigación del desarrollo sostenible. Incluye la interacción múltiple entre los subsistemas biofísico, social (humano) y ecológico, y puede especificarse en cualquier escala espacial, desde la local, del medio-ambiente de una comunidad, a la global, del ecosistema global (*ecosphere*¹⁴) humanizado (anthroposphere). Un consenso estratégico al respecto, señala que, para tal unidad de análisis, la resiliencia puede funcionar jerárquicamente, según diversas escalas; de modo tal que, puede haber pérdida de resiliencia en algunas escalas y aumento en otra escala superior, más alta. (Walker, 2004).

En el ámbito de la nueva ciencia de la sustentabilidad crece la convicción entre los investigadores, respecto al valor del análisis de la relación sociedad-naturaleza (sistema ambiente), en varias escalas espaciales y temporales, así como a interpretar sus procesos (incluyendo los fenómenos contingentes, como el riesgo ambiental y las catástrofes), acorde con la

¹³ La Huella Ecológica es un indicador agregado que permite evaluar la sustentabilidad del impacto de determinados modos o formas de vida humana. Se trata de una herramienta que ha sido creada y puesta en acción por William Rees y Mathis Wackernagel en la University of British Columbia en 1994, que en los últimos años se aplica, gracias a su capacidad de mostrar, de manera simple y comprensible, el impacto humano sobre la biosfera, basado en una visión estrictamente utilitaria de la naturaleza, y también gracias a su adecuación a diversidad de escalas geográficas, en función de la traducción territorial de los datos e indicadores. Existen estudios de huella ecológica referidos al impacto ecológico de la economía para conjuntos de países, ciudades, corporaciones multinacionales e incluso, personas.

¹⁴ La ecósfera abarca todos los organismos vivos de la biosfera, y las interacciones entre ellos y de los mismos con la tierra, el agua y la atmósfera.

posibilidad de intervenir a futuro sobre las trayectorias de cambio observadas. (Haberl, 2003). En cualquier caso, tanto éstas como las respuestas alternativas dependen de la escala de observación de los sistemas ambientales.

Los riesgos ambientales, en particular las catástrofes, vinculados al cambio climático mundial son muy significativos en todas las escalas de observación (global, regional y local); los problemas de polución lo son a escalas regional y local, y menos a escala global; las escalas regional y local de observación también son muy significativas para las especies invasoras, pero poco reveladoras a escala global; por fin, los cambios en el hábitat¹⁵ y la sobre-explotación de las tierras agrícolas son muy indicativos en la escala local, menos en la regional y poco relevantes a escala global. Tal diversidad de aptitudes de observación espacial (escalas) de los procesos de cambio y respuesta de los sistemas ambientales, es dificultada aún más por el hecho de que las ciencias naturales y sociales, generalmente, trabajan en escalas espaciales y temporales, distintas.

Existen distintos intentos teórico-metodológicos por compatibilizar los aspectos sociales y biofísicos del sistema ambiente, a partir del empleo de herramientas de observación (datos), propias de la estadística socioeconómica. En particular, de aquellas que sostienen el modelado de la economía, a fin de facilitar el análisis de relaciones mutuas entre los aspectos simbólicos y biofísicos de la sociedad. Cabe consignar al respecto, el ya clásico modelo de evaluación de las repercusiones ambientales en la estructura económica mundial, según países desarrollados y no desarrollados, utilizando matrices de íter-relaciones insumo-producto (Leontief, 1970). Sin embargo, más allá del valor teórico de tales formulaciones y de la existencia de importantes emprendimientos científicos internacionales, como el International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), es destacable el hecho de que la información concreta a diferentes escalas sea aún muy escasa o prácticamente inexistente.

Las metodologías que integran datos correspondientes a los efectos sobre el metabolismo socioeconómico y la colonización de los ecosistemas, parecen, actualmente, una vía con potencial de crecimiento, desde el punto de vista de la espacialidad de los procesos, en cuanto a su aplicabilidad a casos reales. En efecto, además de permitir la visualización de datos generados a diferentes escalas geográficas, dichas metodologías son susceptibles de ser utilizadas conjuntamente con el seguimiento de los cambios en los usos del suelo y las dinámicas sociopolíticas y culturales que afectan al territorio analizado (Haberl, 2003). Entre dichas metodologías cabe destacar, además

¹⁵ Tal el caso del riesgo ambiental aviario para la Aviación, el cual es tratado en este mismo artículo como caso.

de la ya consignada *Huella Ecológica* (Wackernagel., 1996), *Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP)*¹⁶ (Vitousek, 1986) y, en particular, el marco conceptual *Material and Energy flow Accounting (MEFA)* (Haberl, 2004). Ésta última capitaliza importantes aplicaciones del concepto de flujo de materia, que han dado lugar a la producción de datos e indicadores, a través de EUROSTAT (2001, 2002), el Wuppertal Institute for Climate, Energy, Environment; Germany, para EU-15 (1980-2000), o el World Resources Institute, USA (1975-2000). Asimismo, ha contribuido al reciclaje de metodologías tradicionales, como la anteriormente mencionada Apropriación Humana de la Producción Primaria Neta (o HANPP).

El marco MEFA es una metodología espacialmente versátil y, aunque no ha generado datos globales (más allá del cálculo tentativo global del metabolismo energético 1800-2000, considerado por Haberl (2003)), puede aplicarse en varias escalas geográficas. En tal sentido, se contabilizan iniciativas a nivel nacional, la más frecuente escala de aplicación por su valor comparativo entre países (por ejemplo, EUROSTAT), disponibilidad de estadísticas oficiales y potencial de aplicación a la acción política. No obstante, también ha sido aplicada a entidades supranacionales (regionales, ya consignadas) y sub-nacionales (sectores económicos, ciudades y regiones).

En cuanto a la colonización de ecosistemas, los estudios de HANPP son resueltos a diferentes escalas (global, nacional, local), gracias a los Sistemas de Información Geográficos (SIG), que permiten su cálculo mediante la información sistemáticamente provista por imágenes obtenidas mediante percepción remota (en forma complementaria, de sensores transportados en plataformas de satélite y fotografía convencional).

El potencial del marco MEFA, por su aplicabilidad a variedad de escalas espaciales, no ha sido aún completamente aprovechado. Ello se vincula con la carencia de datos básicos relativos a los sistemas ambientales, que ralentiza los esfuerzos por analizar las relaciones entre flujos de materia y de energía, según la organización jerárquica entre escalas espaciales diversas, estratégicas para la gestión ambiental, en general y, en particular, de riesgos y catástrofes (por ejemplo, en localidades de un país del que no hay datos disponibles).

La vía jurídica de actuación: prevención y precaución

La incorporación de la dimensión ambiental de los problemas sociales y de la naturaleza misma como nueva función del Derecho ha promovido la postulación de principios jurídicos de protección del ambiente. Tales principios, acuñados en instrumentos declarativos de Derecho internacional, contienen acciones integradoras de protección ambiental. Los reseñamos sintéticamente, a continuación.

El **principio de prevención** (aplicable ante un riesgo cierto, daño dudoso)¹⁷, se asienta en la idea de diligencia debida de los sujetos de Derecho internacional, es decir, en la obligación de los estados respecto de la vigilancia y adopción de previsiones en relación con los bienes y personas bajo su jurisdicción. Su observancia asegura que, en condiciones normales, no se causen perjuicios transfronterizos de naturaleza ambiental, sobre la base de cumplir con el conjunto de estándares mínimos de comportamiento exigibles internacionalmente (diligencia suficiente), considerado el mínimo constitucional y legal imprescindible para el cumplimiento de las obligaciones internacionales de los estados. De acuerdo con la prevención, se impone intervenir, de manera prioritaria e integral, sobre las causas y las fuentes de los problemas ambientales, con el propósito de prevenir los efectos negativos que puedan producirse sobre el ambiente. (Drnas de Clément, 2001).

El principio de prevención está íntimamente ligado al **principio de previsión**, que responde a la idea de prevención aplicable, únicamente, cuando no existe certidumbre científica del riesgo para el ambiente, como consecuencia del evento considerado.

El **principio de precaución** (aplicable ante un riesgo dudoso)¹⁸, reconocido como la base de la estructura jurídica de los riesgos ambientales (o resultados impredecibles derivados de hechos naturales o humanos sobre el medio en general), no responde a la idea diligencia debida, sino a la de buen gobierno. Y es entendido como aquella gestión que, ante la duda de que una actividad pueda ser ambientalmente riesgosa, prefiere limitarla – aún a riesgo de equivocarse–, privilegiando la preservación del medio ambiente, frente a la inexistencia de certezas científicas en torno al riesgo de la acción emprendida o a emprender. Su aplicación implica que la ausencia

¹⁶ Esta metodología se propone reflejar la apropiación humana de la producción primaria neta (HANPP), mediante la generación de indicadores (cociente, de numerador y denominador que contabilizan unidades de energía o de peso) referidos a un determinado territorio. Es decir, cuál sería la producción potencial de biomasa de autótrofos (plantas que hacen la fotosíntesis), según diferentes ecosistemas (manglar, páramo, bosque tropical húmedo, bosque tropical seco, etc.), en determinado tiempo. Ello permite visualizar cuál es la producción actual real debida a la intervención humana que, en general, habrá hecho disminuir la producción potencial.

¹⁷ Este principio se caracteriza por la: obligación del sujeto internacional de adoptar previsiones atento la certeza científica sobre los riesgos que entraña la actividad; obligación de actuar de modo proporcional a las fuerzas en juego para evitar daños transfronterizos; imposición de restricciones o prohibiciones a las actividades bajo jurisdicción del sujeto internacional; obligación fundada, básicamente, en el derecho internacional general.

¹⁸ Este principio de caracteriza por la: conveniencia, pero no obligación, de adoptar previsiones por parte del sujeto internacional dada la falta de certeza científica sobre si la actividad entraña riesgo; aplicación del principio como exigencia del Derecho internacional sólo si la obligación emerge de un compromiso internacional en vigor; adopción de medidas en base al arbitrio del sujeto internacional, en ejercicio de convicciones de razonabilidad, criterios de previsión y de grado de riesgo admitido para las actividades bajo su jurisdicción.

de información no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, frente a un peligro grave o irreversible (riesgo) en el ambiente, en la salud o en la seguridad pública.¹⁹

Caracteriza a la aplicabilidad del principio de precaución una gestión pública anticipatoria a los hechos en pro de la defensa ambiental, sujetos a una revisión constante en función de los avances científicos y conduce a adoptar un enfoque de prudencia y vigilancia en la regulación de conductas y actividades, efectiva o potencialmente, lesivas para el ambiente. Por el contrario, el enfoque de tolerancia es propio de las acciones gubernamentales emprendidas en virtud del principio de prevención. Éstas se corresponden con la idea de diligencia debida, que tiende a evitar un daño futuro pero cierto y mensurable.

En el supuesto de riesgos ambientales el objetivo debe ser, a la vez, la prevención y la precaución, pues es en tales situaciones en que se torna más patente que, aún ante la incertidumbre científica, no emprender ninguna acción para resolver esos problemas equivale a emprender una acción poderosa (Meadows, 1972).

La lógica de la dinámica de los sistemas naturales no es susceptible de control humano de modo absoluto, pero sí de la previsión anticipada de sus consecuencias negativas. Desde esta nueva filosofía (Martín Mateo, 1992) es que ha de acometerse la modernización global de los procedimientos de gestión anticipada y la selección de medidas adecuadas, concertadas adecuadamente entre los programas nacional, locales, regionales y aún internacionales, reorientando prioridades.

La prevención (eventualmente, previsión) y la precaución son los instrumentos fundamentales de protección ambiental orientadores del establecimiento de las políticas ambientales y la implementación de instituciones adecuadas a tales fines, llevadas a cabo por parte del estado (entre otras, la evaluación de impacto ambiental de obras y proyectos y la ordenación territorial), en pos de la sustentabilidad del desarrollo y la mejora de la calidad de vida de la población, son fundamentalmente preventivos.²⁰

¹⁹ En el sentido expuesto, partiendo de la consideración del carácter esencialmente preventivo de la acción para la protección del medio ambiente, la idea de precaución fue ya implícitamente enunciada en el Principio 11 de la Carta Mundial de la Naturaleza de 1982 (Juste Ruiz, 1999) y adquiere su formulación expresa en el Principio 15 de la Declaración de Río de 1992.

²⁰ Ello es así, ya que si bien se apoya en un dispositivo sancionador, la represión lleva implícita una vocación de prevención. Lo que pretende -por vía de la amenaza y admonición- es evitar que se produzcan los supuestos que dan lugar a la sanción, puesto que la coacción *a posteriori*, luego de haberse producido las consecuencias nocivas, resultará ineficaz, ya que difícilmente podrá compensar los graves daños ambientales ocasionados.

En cuanto al sector privado, más allá de las obligaciones impuestas por la normativa obligatoria -ante la peligrosidad de los procesos implementados y de los residuos generados-, ante las consecuencias de la incidencia de los riesgos que afectan sus actividades, ha adoptado medidas y cautelas preventivas para impedir o, en lo posible, excluir la responsabilidad que sobre ellos recae.²¹

Modelización económica integral para enfrentar el mayor riesgo ambiental

El desarrollo comentado *ut supra* acerca de la protección jurídica del ambiente, documenta elocuentemente la responsabilidad del hombre como generador de efectos degradantes sobre el ambiente, actuales o futuros. Así también, de los costos económicos que implican las acciones preventivas y correctivas de recomposición del daño ambiental (colectivo, directo e indirecto o individuales, relativos a los derechos subjetivos, la vida, la salud y el patrimonio de las personas). Por su compromiso temporal y espacial, el ejemplo más significativo al respecto es representado por el Cambio Climático Mundial (CCM) y su amenaza contra los elementos básicos de la vida humana en distintas partes del mundo: agua potable, alimentos, salud, uso de las tierras (producción agraria y hábitat) y medio ambiente.

El cambio climático también representa un reto único para la humanidad; el álgido escenario de la economía que plantea irrumpe como el mayor y más generalizado fracaso del mercado jamás experimentado en el mundo (Stern, 2006), que sensibiliza en una nueva sintonía (ambiental) el análisis económico de los riesgos e incertidumbres, utilizando para ello una amplia gama de herramientas económicas, a fin de hacer frente a los retos representados por un problema global que tendrá profundas consecuencias a largo plazo.

Si bien es cierto no puede predecirse con total certeza sus consecuencias, sí se dispone de suficientes conocimientos para percatarse de los riesgos. La mitigación de sus eventuales daños sobre el ambiente (por ejemplo, mediante la reducción de las emisiones) debe entenderse como una inversión, un coste incurrido ahora y en las próximas décadas para evitar el riesgo de consecuencias muy graves en el futuro.

El mantenimiento del *statu quo* frente al CCM (Business as Usual (BAU)) es reportado por pruebas científicas recientes como un riesgo creciente -con respecto a las emisiones-, de consecuencias graves e irreversibles. Los modelos integrados de evaluación aportan los instrumentos para calcular el

²¹ A este respecto han de destacarse los sistemas de gestión y la normativa de sujeción voluntaria.

impacto total sobre la economía.²² Sus ejercicios de modelización a largo plazo, acerca de las consecuencias monetarias del cambio climático, evidencian impactos más graves que lo sugerido por estudios anteriores que tendían a excluir sus consecuencias más inciertas (riesgos), aunque potencialmente más nocivas. Éstas son actualmente examinadas utilizando el cálculo de probabilidades de la denominada economía de los riesgos, en consonancia con la política sobre el cambio climático que tiene como objetivo su reducción. Pues, aunque no pueden eliminarse por completo, dichos riesgos pueden disminuirse sustancialmente. Pende con respecto a esta modelización la consideración de juicios éticos sobre la distribución de los ingresos y el papel de las generaciones futuras.

Así como el establecimiento de cualquier previsión económica sobre un reducido número de años es una tarea difícil e imprecisa, el análisis del impacto económico del CCM que, por su propia naturaleza, requiere la adopción de una modelización de perspectiva superior a los 50, 100 y aun más de 200 años, ello exige, naturalmente, precaución y humildad acerca de los resultados obtenidos, en particular porque algunas de las incertidumbres científicas y económicas se relacionan con áreas de conocimiento reducido por su complejidad sistémica (por ejemplo, el entramado de consecuencias provocadas por temperaturas muy elevadas).

En resumen, son cuestiones claves de la previsión económica del cambio climático mundial: a) la **incertidumbre**, pues aunque el conocimiento científico del CCM es confiable y de dirección clara, se desconoce cuándo y dónde exactamente ocurrirán ciertos impactos, lo cual obliga a reforzar las propuestas de mitigación de emisiones para evitar riesgos futuros; b) el **riesgo** derivado de la sinergia entre: emisiones de gases de efecto invernadero-cambio climático-ecosistemas-actividades económicas/hábitat, sobre cuyas relaciones, avances recientes en el conocimiento científico permiten asignar probabilidades; c) la cuestión de la solidaridad expresada por la **equidad**

²² El conocido Informe *Stern Review-The Economics Of Climate Change* (2006) utiliza los resultados del modelo PAGE2002, para ilustrar la manera como los cálculos extraídos de modelos integrados de evaluación cambian como respuesta a pruebas científicas actualizadas sobre las probabilidades asignadas a distintos grados de incremento térmico. La elección del mencionado modelo estuvo guiada por el interés de analizar, de manera explícita, los riesgos, siendo éste uno de los pocos modelos que lo hace posible, y sus supuestos básicos cubren la gama entera de estudios anteriores. Los datos utilizados provienen de las previsiones climáticas del informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático del 2001, en el que se incluye un pequeño aumento en la retroacción amplificadora en el sistema climático que ilustra un sector del mayor riesgo de cambio climático, que ha venido apareciendo en la bibliografía científica revisada por pares desde el 2001. El cálculo para los dos próximos siglos del coste total del cambio climático asociado con emisiones en el escenario BAU plantea consecuencias y riesgos equivalentes a una reducción media mínima del consumo mundial per cápita del 5%, en la actualidad y para siempre, aún sin considerar muchos aspectos importantes.

intrageneracional e ínter generacional, dado que la inacción actual implica mayores riesgos ambientales a futuro; y finalmente, d) la consideración de las **externalidades ambientales negativas** asociadas a una nueva condición –provocada por el CCM- del tradicional tratamiento oportunista (*free rider*) recibido por el clima, dada su condición de recurso natural básico considerado un bien público, cuya internalización de costos aún está pendiente.

Manejo del riesgo ambiental

Prevención y precaución ante el riesgo aviario en aeropuertos

En las tempranas épocas de la aviación, cuando aeronaves y aves volaban casi sin peligro a pesar de compartir el mismo espacio aéreo, era sencillo para el ave evitar la colisión con los aviones. El rápido incremento del flujo aéreo, de la velocidad de las aeronaves y del desarrollo de aviones menos ruidosos, ha significado que, en ocasión de choques contra aves, la posibilidad de evitar una colisión recaiga solamente en el piloto, sobre su responsabilidad. Dichos eventos tienden a ocurrir entre 50 y 800 pies de altura (ft), durante las fases de aterrizaje y despegue. Los encuentros con aves a gran altura son raros, pero igualmente han ocurrido en varias ocasiones.

La fauna silvestre es atraída a un aeropuerto debido a la presencia de comida y agua o a condiciones favorables de hábitat de esa área, razón por la cual la mayoría de los impactos con aves ocurren en las inmediaciones del Aeropuerto.²³ El peligro de impacto es alto, pues si una aeronave volando a 90 kts impacta contra un pequeño pájaro de 500 grs., la fuerza del impacto es de aproximadamente 2 toneladas, lo que es suficiente para dañar o arrancar las capas de la superficie de una aeronave, fragmentar un parabrisas, romper líneas hidráulicas o neumáticas, bloquear entradas de aire y de refrigeración de aceite, romper luces de aterrizaje o tubos *pitot*. A pesar de que una colisión contra un ave puede resultar en un daño significativo en la estructura de una aeronave, es la bandada de aves la que representa el mayor peligro.²⁴

²³ Como lo corroboran, por caso, las cifras aportadas por la Administración de Aviación Civil de los Estados Unidos: El 78 % de todos los impactos ocurren por debajo de los 1000 Ft = 328 metros, de los cuales el 35 % ocurre durante los despegues y ascensos y el 49 % durante las aproximaciones y aterrizajes. Por lo que se deduce que la mayor parte de la fauna silvestre involucrada en un impacto, está en el Aeropuerto.

²⁴ La energía del impacto es proporcional a la masa del ave multiplicada por la velocidad al cuadrado. Si el peso del ave es de 0,5 Kg. La energía de impacto = $\frac{1}{2} \times \text{masa} \times \text{velocidad al cuadrado} = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 90 = 2$ Toneladas. Si se duplica el peso del ave la energía de impacto se duplicará: Peso del ave: 1,0 Kg. La energía de impacto = $\frac{1}{2} \times \text{masa} \times \text{velocidad al cuadrado} = \frac{1}{2} \times 1 \times 90 = 4$ Toneladas. Sin embargo, si se duplica la velocidad de la aeronave, la energía de impacto se cuadruplicará, un impacto a mayor velocidad causará muchos más daños que con un ave más grande. Peso del ave: 0,5 Kg., la energía de impacto = $\frac{1}{2} \times \text{masa} \times \text{velocidad al cuadrado} = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 180 = 8$ Toneladas.

Aeronaves de todo tipo han sido víctimas de impactos contra aves, desde B-747 hasta Cessna 150 y, en muchos casos, los pilotos no tuvieron una advertencia temprana del peligro.²⁵

Desde que las aeronaves no forman parte de su hábitat natural, las aves no están preparadas instintivamente para lidiar con ellas. La manera en que un ave reacciona al peligro ante el encuentro con una aeronave es muy variable. Las aves ven y oyen bien y confían en estos sentidos para advertir el peligro, cuando más visible se hace una aeronave y cuando mayor es el tiempo que tiene el ave para oírlo, mayor será la posibilidad de que el ave se vaya de la senda de la aeronave. Sin embargo, cuando una aeronave se encuentra virando, las aves no pueden predecir su senda de vuelo, y muchas colisiones han ocurrido en esta situación.

Ciertas especies de aves descansan y se alimentan a solo unos metros de las aeronaves que estacionan o parten, pero si son sorprendidas por un ruido o un movimiento inusual pueden volar en pánico y dirigirse hacia la senda de la aeronave. Algunas de ellas tratarán de alejarse de la aeronave, saliendo de su senda de vuelo en el último segundo; pero, un águila o halcón pueden hasta atacar a un avión, viéndolo como una potencial presa desde una gran distancia y descubrir el error demasiado tarde.

Sonidos no naturales, como fuertes explosiones, y sonidos naturales como los llamados de socorro para aves, sirven en algún modo como dispositivos para asustarlas, pero ya que tienen el mismo rango de escucha que los seres humanos, los sonidos que a las aves les resultan alarmantes, se transforman en perturbador para los seres humanos. Este acoso pierde su efecto sobre las aves si se repite sin causarles ningún daño, lo que hace necesario reforzarlos con disparos pues las aves se asustan fácilmente.

Comprensión ambiental de la problemática aviaria en la Aviación.

En sentido general, la comprensión de la Problemática Aviaria en la Aviación es contenida por la concepción del Desarrollo Sostenible. Así lo revela la posición asumida al respecto por la Organización Civil de Aviación Internacional (OACI-ICAO) en la primera “Conferencia sobre el Medio

²⁵ Según el Comité de colisiones con aves de USA, más de 400 personas han fallecido en el mundo como resultado de las colisiones con aves. Las colisiones con la vida silvestre le costó a la aviación de USA más de 390 millones de dólares al año entre los años 1990 y 1999. Más de 3.100 colisiones fueron reportadas por la Fuerza Aérea de USA en el año 2.000. Más de 5.800 fueron reportadas por la aviación civil. Aproximadamente el 80% de las colisiones con aves no se reportan. Las Gaviotas (31%), los Patos (31%), y los rapaces (15%) representan el 77%, de las colisiones reportadas durante los años 1990 y 1999. Las aves forman el 97% de las colisiones reportadas, los mamíferos el 3% y los reptiles menos del 1%.

Humano” (1972), plasmada en la Resolución A18 – 11 de la Asamblea, que dice:

“... la OACI está consciente de los efectos adversos en el medio ambiente que pueden relacionarse con la actividad de las aeronaves y de la responsabilidad de la OACI y de sus estados miembros en lograr la mayor compatibilidad posible entre el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil y la calidad del medio humano”.

El 18° período de sesiones de la Asamblea también adoptó la Resolución A18 – 11, relacionada con el medioambiente y expresa lo siguiente:

“La Asamblea, pide al Consejo que con la ayuda y cooperación de otros órganos de la organización y de otros organismos internacionales, prosiga enérgicamente la labor de preparación de normas²⁶, métodos recomendados y procedimientos, o de textos de orientación referentes a la calidad del medio humano”.

De forma empírica, el conocimiento y la gestión ambiental de la problemática del riesgo aviario, dada la compleja trama de procesos e interrelaciones existentes en el sistema ambiente implicado, puede tratarse a partir de un cuerpo organizado de información *ad hoc* (base de datos).

Entre los componentes de la información a relevar para interpretar el tema es estratégico el papel asignado a la vegetación, constituida en el componente más significativo del sistema ambiente, para el caso. Ello es así, ya que la vegetación (flora), asimilador principal de energía solar, configura el productor primario del ecosistema y sostiene importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio.

De allí que el relevamiento de la vegetación (cobertura) del Aeropuerto en el cual se analice la incidencia del riesgo aviario, es de capital importancia. La clasificación en categorías²⁷ de la flora (especies) permite establecer si la planta es perenne o anual, yemas de renuevo, tipo de semillas y formas de perdurar, lo cual es indicativo de distintas condiciones de potencial desarrollo de riesgo aviario.

²⁶ Normas de Seguridad con respecto a las Aves: US Department of Transportation, Federal Aviation Administration. Advisory Circular 150-5200-33. Hazardous Wildlife Attractants on or near Airports.

²⁷ Como la conocida clasificación de Braun-Blanquet: Terófitas, Hidrófitas, Geófitas, Hemicriptófitas, Caméfitas, Fanerófitas, Epífitas.

Riesgo aviario en el Aeropuerto Internacional del Neuquén “Presidente Juan Domingo Perón”

Una visión ecológicamente integrada o sistémica es condición básica a la hora de establecer el perfil ambiental característico de un Aeropuerto, para responder desde un enfoque preventivo y precautorio a la contingencia representada por el Riesgo Aviario.

El episodio de alto riesgo aviario experimentado durante varios días del mes de Setiembre del año 2001 en el Aeropuerto Internacional del Neuquén²⁸, constituye un ejemplo válido para analizar con dicho enfoque la implicancia ambiental del mismo y aportar, a partir de la observación sistemática de sus condiciones, una propuesta metodológica de evaluación y manejo integrado, en el que se incorpora a la comprensión y gestión del mismo una clara perspectiva ecológica.

Durante tres años consecutivos se procedió a elaborar una base de datos, organizada mediante fichas de trabajo (que contienen Variables-Frecuencias-Prioridades) cuyos datos, convenientemente homogeneizados, ofrecen información sistemática sobre la avifauna comprometida con el riesgo aeroportuario del Aeropuerto Internacional del Neuquén, de acuerdo a los siguientes ítems:

- A. Poblaciones.
- B. Comunidades.
- C. Distribución.
- D. Redes tróficas.
- E. Capacidad de carga.
- F. Biomasa.

Un primer estadio de valorización y congruencia de los datos, permitió identificar, en relación con la familia de pertenencia de las especies de aves -por sus similitudes en alimentación, características y hábitats-, un primer vector indicativo de las tendencias, proporciones, distribución y representación porcentual de cada población existente en el predio del Aeropuerto.

²⁸ Diario Río Negro, 12 de Septiembre 2001: “Después de tres días, los aviones volvieron a Neuquén, la batalla sin cuartel de diez días de duración contra los pájaros que habían invadido el Aeropuerto dio resultados, y ayer se veían sólo unos pocos rondando por la pista, apenas la retaguardia de lo que fue un ejército de cinco mil aves que enloqueció la aeronavegación local. Un comité de seguridad aérea se reunió todo el día en la oficina del Jefe de Aeropuerto, y al final dio el visto bueno para que se reanudaran los vuelos. Anoche un avión de Dinar y otro de Southern Winds, hoy harán lo mismo Lapa y Austral.

La pesadilla en el Aeropuerto local comenzó el lunes pasado, cuando alrededor de cinco mil gaviotas, gaviotines, cuervillos de la cañada, garzas, avutardas y patos se adueñaron de las 120 hectáreas en la que está asentada la Aerostación. Se sumaron los teros y lechuzas.

El procesamiento de los datos homogeneizados, agrupados y codificados en fichas de trabajo, hizo posible obtener información con respecto a:

- a. Individuos por especies implicados, en cifras absolutas y relativas, con relación al territorio del Aeropuerto.
- b. Superficie de estudio.
- c. Número de aves señalados, en cifras absolutas y medias.
- d. Frecuencia absoluta, respecto a cada especie (período de tiempo en que sea señalada).
- e. Frecuencias relativas (proporción que la frecuencia absoluta representa frente al total, expresada como porcentaje).
- f. Grado de prioridad simple de las distintas especies.
- g. Grado de prioridad ponderado.
- h. Comportamiento de los individuos según condiciones meteorológicas.

A partir de la observación de las aves (consideradas como un objetivo) mediante un Registro de Evolución Aviaria (con respecto a cantidades, comportamientos y clasificación de especies), se procedió a homogeneizar los datos por familias (letras mayúsculas) y codificarlos asignándole una clave numérica.

Para el caso en estudio, la codificación de las especies homogeneizadas en familias comprende:

(A) Estrígidos²⁹: 1. Lechuza vizcachera (*Athene cunicularia*).

Nunca quedaron claras las causas de la inédita invasión, que se atribuyó tanto a movimientos migratorios como a la crecida de los ríos, pero de inmediato comenzaron los problemas. Un avión tuvo que abortar el despegue cuando estaba ya en carrera, otro debió hacer una maniobra de escape, finalmente un tercero se llevó por delante una gaviota con los alerones de cola. Se intentó ahuyentar los pájaros con disparos de cañones de chacareros, equipos de música a todo volumen, ultrasonido y hasta con disparos de armas de fuego. Nada dio resultado, los pájaros levantaban vuelo se desplazaban unos metros y volvían a posarse.

Mientras la noticia daba la vuelta al mundo, el enigma se resolvió en un laboratorio de la Fuerza Aérea en Buenos Aires. Allí se examinó el buche de varios animales y se descubrió que se alimentaban de un gusano de no más de cinco centímetros de largo que abunda, por razones igualmente desconocidas, en las tierras del Aeropuerto. Con ese dato en la mano, se recomendó el sábado una restricción en las operaciones diurnas por riesgo de colisión (de noche los animales se esfumaban) y se encaró la lucha en el frente de los gusanos. Cuatro tractores de empresas frutícolas desparramaron un insecticida de efecto rápido, combinado con otro de poder residual. Las empresas por su parte, cancelaron todos los servicios desde y hacia Neuquén, hasta que el peligro desapareciera. El domingo a la tarde se vieron los primeros resultados, desalentados por la falta de comida porque el insecticida había arrasado con los gusanos, las gaviotas y demás especies dejaron de interesarse en el Aeropuerto³⁰.

²⁹ Estrígidos (lechuzas, lechuzones, búhos). Comprende a los rapaces de cuerpo abultado y alas redondeadas y anchas, patas cortas provistas de uñas fuertes y cortantes, cubiertas por suave plumón, son cabezonas con ojos grandes colocados frontalmente, cuello corto, pico corto y ganchudo. De hábito generalmente nocturno, vuelan sigilosamente y miden de 12 a 70 cm., el color del plumaje varía entre combinaciones de marrones, grises, ocres, negro y blanco. Se alimentan de ratones,

- (B) Charádridos³⁰: 2. Tero (*Vanellus chilensis*).
- (C) Treskiornítidos³¹: 2. Bandurria baja (*Theristicuscaudatus*); 5. Cuervillo de la cañada (*Plegadis chií*).
- (D) Falcónidos³²: 2. Chimango (*Milvago chimango*).
- (E) Catártidos³³: 5. Jote (*Coragyps atratus*); 11. Carancho (*Polyborus plancus*); 15. Cernícalo (*Falco sparverius*).
- (F) Tinámidos³⁴: 7. Cernícalo (*Falco sparverius*).
- (G) Ictéridos³⁵: 8. Tordo (*Molothrus bonariensis*); 21. Loica (*Sturnella loyca*).

pájaros, reptiles, insectos, etc., prefieren cazar su presa, procrean en nidos hechos en cuevas, árboles, casas, etc. Ponen de uno a siete huevos o más, según la especie, los pichones cubiertos con plumón son nidícolas, tienen el sentido auditivo muy agudo y pueden girar la cabeza 180°.

³⁰ Charádridos (teros, chorlos). Generalmente frecuentan donde hay agua, miden de 15 a 40 cm., son de cuerpo rechoncho, alas largas, pico mediano, cola generalmente corta, patas de varios tamaños con tres dedos (en ocasiones existe un cuarto el posterior, apenas desarrollado). Corren y vuelan velozmente, andan en grupos, ponen de dos a cuatro huevos en un sencillo hueco, apenas tapizado con fibras. Los pichones son *Nidífugos*, cubiertos de plumón que los mimetiza con el terreno, los son agresivos o simulan estar heridos cuando se acerca algún intruso, se alimentan de vegetales y animales.

³¹ Treskiornítidos (bandurrias, cuervillos, espátulas). Son aves acuáticas de cuerpo ovoide presentando cola corta, cuello alargado, alas largas, patas altas y delgadas con dedos palmados. Son de pico largo fino y curvo salvo en las Espátulas que es chato y en forma de paleta. Habitan esteros, bañados y campos cultivados, miden de 50 a 110 cm., se los encuentran en colonias anidando entre juncos donde ponen de tres a seis huevos, su plumaje presenta vistosos colores y parte de la cara la tienen desnuda con colores llamativos.

³² Falcónidos (halcones, caranchos, chimangos, gavilanes). Son rapaces de picos ganchudos, cortos y dentados, miden de 15 a 65 centímetros, según la especie, tienen cola recta, alas redondeadas o puntiagudas, patas largas con dedos largos y afiladas uñas, las hembras son de tamaño mayor que el macho. Habitan todo tipo de terreno, algunas especies son migratorias, tienen el sentido visual muy agudo. Son especies solitarias de vuelo directo y rápido sin zigzagueos, capturan a sus presas en vuelo o en el suelo. Ponen de dos a seis huevos en nidos que hacen o aprovechan los abandonados en los árboles, los pichones son *Nidícolas* y están cubiertos de plumón.

³³ Catártidos (cóndores, buitres y jotes). Aves rapaces que miden entre 60 y 130 cm. poseyendo algunas especies una envergadura alar que puede llegar a los tres metros, tiene cuerpos robustos y voluminosos, patas fuertes y picos ganchudos y duro, cabezas generalmente desnudas con raras carnosidades. Construyen sus nidos en rocas, árboles o directamente en el suelo, donde ponen uno o dos huevos, algunos de sus componentes son solitarios aunque suelen tener dormideros comunes. Dentro de ésta familia existen especies que son las aves voladoras de mayor tamaño, aprovechan las térmicas para permanecer volando a gran altura. Se alimentan apresando las presas con sus fuertes garras o consumen la carroña de animales muertos, son aves de mucho temperamento pelean con la presa constantemente.

³⁴ Tinámidos (perdices, martinetas). Son aves terrícolas con cuerpos rechonchos de alas y cola cortas variando su tamaño de 20 a 50 cm. tienen tres dedos hacia delante y en ocasiones carecen del posterior, sus patas son cortas y fuertes, vuelan pesadamente trechos cortos emitiendo con las alas un silbido amatracado. Generalmente sus colores son parduscos-ocráceos, acanalados o rojizos con manchas negras u oscuras. Anidan en el suelo, algunas especies son poliandras es decir una hembra se acopla con varios machos.

³⁵ Ictéridos (pechos colorados, tordos). Frecuentan terrenos donde hay árboles, arbustos, esteros y campos abiertos de vegetación baja, algunas especies colocan sus huevos en nidos ajenos, miden de 17 a 55 cm., el pico cónico y puntudo que varía de corto a largos es una seña que destaca a ésta familia, la cola puede ser corta o larga pero generalmente ancha, las alas también varían de tamaño, a pesar de algunas variantes es una familia de cuerpos parecidos. Se alimentan de insectos y semillas.

- (H) Pícididos³⁶: 8. Carpintero bataraz (*Picoides mixtus*); 9. Carpintero campestre (*Campephilus magellanicus*).
- (I) Ardeidos³⁷: 8. Carpintero bataraz (*Picoides mixtus*); 9. Carpintero campestre (*Campephilus magellanicus*); 13. Garcita bueyera (*Bubulcus ibis*); 14. Garza blanca (*Egretta alba*).
- (J) Hirundínidos³⁸: 13. Golondrina negra (*Progne modesta*).
- (K) Tiránidos³⁹: 14. Viudita común (*Knipolegus aterrimus*).
- (L) Colúmbidos⁴⁰: 13. Paloma cenicienta (*Columba maculosa*); 18. Paloma torcaza (*Zenaida auriculata*); 19. Torcacita común (*Clumbina picuñ*).
- (M) Anátidos⁴¹: 20. Pato barcino (*Anas flaviristris*).

Ponen de dos a siete huevos que varían de color según la especie, la mayoría luce plumaje de color negro-tornasolado, aunque también los hay pardo-tornasolado. Suelen andar en bandadas cantando.

³⁶ Pícididos (carpinteros). De hábitos arborícolas o terrestres, tienen el cuerpo anatómicamente diseñados para realizar el trabajo duro de construcción del nido, la cola cuenta con plumas rígidas y espinudas con las que se afirman a modo de cuña para trabajar verticalmente al construir el nido, las alas también están compuestas de plumas duras para utilizarlas de palanca, usan la cabeza a modo de martillo para perforar la madera que logran hacerlo hasta los 60 cm. Por la disposición de sus patas pueden trepar incluso cabeza hacia abajo, las hembras ponen dos veces al año de dos a cinco huevos, se alimentan de insectos, larvas, gusanos, etc. Sus colores varían de negro, blanco, rojo, bataraces y amarillos.

³⁷ Ardeidos (garzas). Son aves muy esbeltas, de hábitos acuáticos, tienen patas, cuello y picos largos, miden de 25 a 150 centímetros, su cola es corta, en épocas de celo presentan vistoso plumaje nupcial, cuando vuelan colocan el cuello en posición de "S". Suelen establecer grandes colonias, haciendo los nidos tanto en árboles, totorales o en el suelo, ambos componentes de la pareja participan alternadamente de la incubación, forman redes, avanzando en semicírculo uno junto al otro con las alas colocadas en abanico y pegadas a las patas, cazando con éste singular método de pesca.

³⁸ Hirundínidos (golondrinas). Son aves muy comunitarias de ágil vuelo, pueden desarrollar mas de 150 km por hora, también se destacan por ser emigrantes, viajando miles de kilómetros para anidar o procrear, sus cuerpos están dispuestos de formas filosas y cortantes, alas largas y puntiagudas, colas también largas que van de rectas a horquilladas, pico corto chato y ancho formando una amplia boca que les permite tragar insectos cazándolos en el aire, tienen patas chicas y débiles, motivo por el cual vuelan casi permanentemente, cuando se posan lo hacen en hilos de alambre o ramas muy finitas. Hacen sus nidos en aleros de casas, en huecos de barrancos o los fabrican con barro y saliva en las cornisas de los acantilados. Son muy prolíferos, ponen de 3 a 5 huevos y pueden criar tres proles por temporada, en las épocas de emigración se juntan bandadas enormes de miles de individuos.

³⁹ Tiránidos (benteveos, monjitas). Es una de las tres familias de aves mas numerosas del planeta, por lo que sus formas y tamaños varían mucho, miden de 7 a 40 cm. de largo, el pico normalmente chato es corto y de punta ganchuda, frecuentan todo tipo de terreno donde hayan insectos, reptiles, batracios, gusanos, etc., ponen de dos a seis huevos en nidos que varían desde huecos en árboles, cónicos entrelazados en juncales, colgantes de ramas hasta hoyos en el suelo, los pichones que pueden nacer cubiertos de plumón o desnudos, son *Nidifugos*.

⁴⁰ Colúmbidos (palomas). Ave que habita generalmente donde vive el hombre, tienen cuerpos robustos cabeza chica, cuello corto, pico corto con Carúncula. Su plumaje varía de color entre los azulados, grises, violáceos, tornasolados y oscuros, por ser plantígradas caminan con un poco de dificultad, meneando el cuerpo, miden de 15 a 35 cm., se alimentan preferentemente de vegetales no desechando gusanos. Nidifican en árboles, rocas o construcciones donde ponen de uno a dos huevos blancos o amarillentos, son aves comunitarias que acostumban a anidar en colonias numerosas, los pichones nacen pelados y son alimentados por los padres por regurgitamiento de pico a pico.

⁴¹ Anátidos (cisnes, gansos, patos, avutardas): forman una populosa familia, salvo alguna excepción, son característicos por su cuello en "S", pico chato, corto, redondeado y de montura alta, patas cortas robustas y palmípedas, cola corta, cuerpo ovoide y rechoncho, miden de 28 a 150 cm., se encuentran

(N) Fringílicos⁴²: 21. Jilguero chico (*Sicalis luteola*).

La información obtenida en las Fichas de trabajo proveyó una visión de conjunto acerca de las especies descritas, de su potencial de riesgo basado en condiciones de hábitat, así como de las acciones a seguir. Ello configura un esbozo del perfil característico del Aeropuerto en cuestión, con respecto al Riesgo Aviario.

Sistematización de la información sobre Riesgo Aviario

La Homogenización de los datos surgidos de la observación permitió configurar, mediante fichas, la siguiente información:

Registros: dan cuenta del número de registros efectuados en el período de tiempo es el adecuado.

Suma ordinal total: permite observar la existencia de un elevado número de registros correspondientes a una especie, lo que conduce a estudiar los hábitos y condiciones favorables de hábitat para esa especie, si la especie de referencia es residente, ocasional o migratoria, y las conductas ante las aeronaves (pudiendo tratarse de casos en que el ave, se adapta a los movimientos aéreos).

Suma ordinal por registro: indica cómo varían las poblaciones en los diferentes períodos de tiempo.

Suma de aves por familia: la homogenización efectuada por familias es indicativa del comportamiento y las características de un grupo de aves (objetivos), así como de cuáles son las condiciones del entorno que logran su atención.

Porcentual de aves del total: permite ponderar y/ o priorizar las acciones de prevención ante la eventualidad del riesgo aviario y a la jerarquía del mismo.

Para el caso en análisis (Aeropuerto Internacional del Neuquén), pudo establecerse, a partir del análisis y procesamiento de la información contenida

donde hay agua. Son torpes caminando fuera del agua, meneando el cuerpo de un lado a otro a causa de sus pies planos, es en el agua donde mejor se desplazan, debiendo correr sobre la superficie para levantar vuelo, en el aire vuelan con suma facilidad, recorriendo grandes distancias en sus migraciones o en busca de alimentos. Anidan en pastizales, algunos individuos lo hacen en árboles. Desarrollan velocidades de vuelo que alcanzan los 65 km., su desplazamiento es potente.

⁴² Fringílicos. Son pájaros abundantes en el Hemisferio Norte y África. Suelen poseer un fuerte pico, generalmente cónico, que en algunas especies puede ser de considerable longitud. Poseen un modo de volar característico, basado en revoloteos. Suelen anidar en árboles, por lo que son más comunes en bosques.

en la Ficha de Limitación Aviaria (Tabla I), que la recurrencia de registros acredita que, si bien, la Familia (B) Charádridos es la que mayor porcentaje tiene de señalamientos, es una especie para la cual se puede predecir: tipo de vuelo y comportamiento ante movimientos de aeronaves. La Familia (D) Falcónidos está integrada por aves rapaces, en algunos casos migratorias, solitarias y con una alimentación bien diferenciada. Por fin, la Familia (K) Colúmbidos, da acredita una alimentación muy variada, anidan en lugares donde conviven con el hombre, y son aves muy comunitarias que se desplazan en bandadas en un vuelo irregular, con velocidades que alcanzan los 65 km./hora, por lo cual representa la que mayor riesgo aviario.

Por su parte, el análisis de la Distribución espacial de los datos hizo posible acceder a la información sobre disposición de las aves en el terreno, considerando:

Capacidad de carga (como oferta disponible neta): Posibilidad de un ecosistema de soportar a los organismos y mantener su productividad y capacidad de renovación.

Biomasa: Masa de organismos en cualquier nivel trófico, área o volumen de un ecosistema, se mide en la cantidad de materia por unidad de superficie.

Distribución de las poblaciones: Grupo de individuos de la misma especie que potencialmente pueden interactuar y entrecruzarse, viven en un mismo lugar y a un mismo tiempo. Está reproductivamente aislada de otros grupos semejantes, tienen una estructura de edad, densidad y distribución en el tiempo y en el espacio.

Densidad de las poblaciones: La densidad afecta a los individuos de una población, controlando las tasas de nacimiento, mortalidad y crecimiento.

Densidad ecológica: Cantidad de individuos por unidad de área.

Dispersión: Debido a que el medio ambiente no es homogéneo, los individuos no se distribuyen como una única gran población, sino como sub poblaciones con sus propias tasas. El exceso de población causa la escasez de alimentos y el deterioro del hábitat para las especies asociadas, pues la estructura física y biológica no es una característica estática de la comunidad. Cuando las condiciones ambientales cambian con el tiempo y en el espacio, la estructura de la comunidad tanto física como biológica cambia de la misma manera.

Cadenas y redes tróficas: La energía almacenada por las plantas se moviliza a través del ecosistema cumpliendo una serie de etapas en que los organismos

-que comen y son comidos (cadena trófica)⁴³-, se conectan para formar una red trófica, cuyos niveles agrupan a las especies, sobre la base de una fuente de alimentación común.

La compleja trama de procesos e interrelaciones que suceden en el medio ambiente, analizada a partir de la información organizada en la base de datos, permite comprender de qué manera la vegetación (flora) representa el elemento más significativo del ecosistema. A la vez que la consideración sistémica de los datos correspondientes a la Distribución da cuenta de la relación que existe entre la dispersión espacial de las poblaciones y la vegetación o flora del terreno.

El relevamiento de la vegetación del Aeropuerto fue llevado a cabo mediante la clasificación de la flora -según las categorías: *Terófitas*, *Hidrófitas*, *Geófitas*, *Hemicriptófitas*, *Caméfitas*, *Fanerófitas* y *Epífitas* (Braun-Blanquet, 1979)-, indicativas de ciertas características de la planta: perenne o anual, yemas de renuevo, tipo de semillas y formas de perdurar.

Por ejemplo, en el caso de las *Hemicriptófitas*, poseen yemas de renuevo al ras del suelo, la parte aérea muere todos los años después de la fructificación y quedan las yemas protegidas por la hojarasca y los detritos vegetales, lo que provee de una fuente de alimentación a aves de la familia Colúmbidos. Además, la presencia de Prados (terreno cubierto de hierbas bajas, con flores pequeñas), con plantas que requieren continuo y abundante alimento para desarrollar sus raíces, hace que se sustituyan cada año y al morir su descomposición nutre a una serie de microorganismos, creando una capa de tierra fértil (humus). Otros organismos coexisten en el prado; tal el caso de las lombrices que cavan galerías y permiten la oxigenación de la tierra, además de pobladores roedores de hojas, langosta y larvas que se alimentan de las raíces.

Reflexiones y recomendaciones

Cuestiones a considerar para la Gestión Ambiental del Riesgo Aviario

Como integrante de una comunidad biótica, la avifauna es susceptible a cambios o modificaciones que pueden ser positivas o negativas en relación con el riesgo aviario para la Aviación, dado que cambios experimentados por alguno/s de los integrantes de la Cadena Trófica repercuten en todo el sistema. De allí que sea necesario un trabajo sistemático y metódico de relevamiento y análisis de la información, orientado a una gestión ambiental

⁴³ Dentro de cualquier ecosistema hay dos cadenas alimentarias principales: herbívoros (su fuente energía es la biomasa de las plantas o producción neta primaria) y detritívoros (su fuente energía es la materia orgánica muerta o detritos). En ambos casos son la fuente de energía para los carnívoros.

de la problemática del riesgo aviario en Aeropuerto, y ello, con sentimientos de respeto a los integrantes de la comunidad biótica del ecosistema afectado, afianzando la voluntad de la preservación del ambiente y el compromiso del uso racional y sostenible de los recursos naturales.

En el Aeropuerto Internacional del Neuquén los componentes de la avifauna relevados mediante 3500 observaciones (registradas en fichas especialmente diseñadas), llevadas a cabo durante 3 años, permitió identificar las aves -Residentes, Ocasionales o Migratorias- que representan un potencial de riesgo aviario:

1. Lechuza vizcachera (*Athene cunicularia*) Estrígidos.
2. Tero (*Vanellus chilensis*) Charádridos.
3. Bandurria baya (*Theristicus caudatus*) Treskiornítidos.
4. Chimango (*Milvago chimango*) Falcónidos.
5. Cuervillo de la cañada (*Plegadis chií*) Treskiornítidos.
6. Jote cuello rojo (*Cathartes aura*) Catártidos.
7. Perdiz (*Nothura maculosa*) Tinámidos.
8. Carpintero bataraz (*Picoides mixtus*) Pícidos.
9. Carpintero campestre (*Colaptes campestris*) Pícidos.
10. Tordo (*Molothrus bonariensis*) Ictéridos.
11. Carancho (*Polyborus plancus*) Falcónidos.
12. Cernícalo (*Falco sparverius*) Falcónidos.
13. Garcita bueyera (*Bulbulcus ibis*) Ardeidos.
14. Garza blanca (*Egretta alba*) Ardeidos.
15. Golondrina negra (*Progne modesta*) Hirundínidos.
16. Viudita común (*Knipolegus aterrimus*) Tiránidos.
17. Paloma cenicienta (*Columba maculosa*) Colúmbidos.
18. Paloma torcaza (*Zenaida auriculata*) Colúmbidos.
19. Torcacita común (*Columbina picuí*) Colúmbidos.
20. Pato barcino (*Anas flavirostris*) Anátidos.
21. Loica común (*Sturnella loyca*) Ictérido.

La prevención del riesgo aviario, representado por el peligro de choques de aeronaves con aves en un Aeródromo o en sus cercanías, requiere su evaluación –a partir del establecimiento aún pendiente de un procedimiento nacional para registrar los choques de aves con aeronaves– mediante la recopilación de información, convenientemente homogeneizada y organizada, sobre la presencia de aves en el aeródromo o en sus cercanías.

Ante la identificación de un peligro de choque con aves en un aeródromo, la autoridad competente debería tomar medidas para disminuir el número de aves que constituyen un posible peligro para las operaciones de las aeronaves, utilizando medios para ahuyentarlas de los aeropuertos o de sus proximidades.

La compatibilidad de un aeropuerto con sus proximidades es un ideal que puede lograrse planificando correctamente su localización, desde el punto de vista ambiental, tal de poder controlar las causas de la contaminación en terrenos circundantes que pueda potenciar factores de riesgo aviario para las actividades del Aeropuerto. Por caso, debería eliminarse o impedir que se instalen en los aeródromos o sus cercanías, vertederos de basuras o cualquier otra fuente que atraiga a las aves, a menos que un estudio apropiado (Evaluación de Impacto Ambiental) indique que es improbable que den lugar a un problema de peligro aviario.

Asimismo, la inevitable perturbación sobre la flora y la fauna que provoca la localización y operación de los Aeropuertos, dado que requieren, constantemente, el despeje y la tala de árboles y demás vegetación, efectuar cambios en la topografía del terreno y modificar el régimen hidrográfico. Cuando ello sucede, existen modos de reducir al mínimo esas dificultades, tal como prever áreas planificadas que sirvan de hábitat alternativo adecuado, por ejemplo, mediante la reforestación, a modo de terrenos de acogida de aves o bien por medio de la remoción de nidos y pichones, para lo cual debe requerirse a los organismos gubernamentales de protección de fauna y vida silvestre, la tarea de reubicación de las especies.

Al mismo tiempo, cabe considerar que las aves que frecuentan los aeropuertos no cambian sus hábitos en la zona, aunque suelen ser atraídas por elementos esenciales como el alimento, el agua y un lugar de abrigo, lo que a menudo encuentran en su predio o proximidades.

Mediante técnicas de modificación del medio ambiente del aeropuerto se puede suprimir o reducir su atractivo para las aves y eliminar así gran parte del peligro.

La ordenación ambiental del territorio en el ámbito de los aeropuertos constituye una política esencial para la protección contra las aves y de las aves -aunque de mayor plazo para observar sus resultados que los habituales controles tecnológicos- puesto que ofrece medios eficaces y de efectos duraderos para reducir el número de aves que frecuentan el aeropuerto, a diferencia de la adopción de medidas directas contra las aves que denota, por lo general, que no se adoptaron cabalmente medidas de control ambiental, consideradas menos rentables.

La puesta en práctica de un programa de ordenación ambiental del territorio para aeropuertos requiere efectuar un estudio ecológico de la zona, para poder tomar en cuenta determinados aspectos problemáticos relacionados con las especies de aves que constituyan un problema para el emplazamiento.

A continuación se incluye el diseño de un Plan de Gestión de Prevención del Riesgo Aviario para el Aeropuerto Internacional “Presidente Juan Domingo Perón” de la Ciudad de Neuquén, orientado al logro de los máximos niveles de Seguridad Operacional y Servicios, acordes a las normativas y legislación vigente.

Su organización prevé el enfoque interdisciplinario de las acciones, mediante la conformación de un **Comité Local de Estudio y Prevención del Riesgo Aviario** integrado por los siguientes **actores sociales**, responsables de las funciones que se detallan⁴⁴:

1. Personal de servicios de rampa y proveedores de aeronaves del Aeropuerto:
 - * Conocer el programa de limitación aviaria.
 - * Informar sobre presencia de fauna y aves no clasificadas.
 - * Informar sobre la presencia de residuos sólidos urbanos.
 - * Informar sobre la presencia de insectos y roedores.
 - * Realizar el almacenaje de residuos sólidos urbanos propios de acuerdo a legislación vigente.

2. Personal de Fuerza Aérea Argentina:
 - * Fiscalizar las acciones que surjan del Comité, en su condición de autoridad aeronáutica de la República Argentina.
 - * Ejercer la Presidencia del Comité.
 - * Determinar los medios de ejecución del Plan.
 - * Determinar las medidas activas y pasivas.
 - * Informar sobre la presencia de aves en áreas críticas de operaciones de aeronaves (controladores de Tránsito Aéreo).
 - * Realizar recorridos para la observación (personal de control de pistas y plataformas).
 - * Controlar la erradicación de basurales y la no implementación de nuevos
 - * Controlar el vertido de efluentes.
 - * Controlar el cumplimiento de las normas sobre Política Ambiental de la República Argentina.

3. Explotadores de aeronaves y compañías aéreas:
 - * Recibir la información sobre los cursos de acción para prevenir la presencia de aves y fauna en general.
 - * Confeccionar las planillas de avistaje a efectos de la planificación estadística.

⁴⁴ La elaboración del presente estudio está referido al año 2005, razón por la cual se hace mención a actores componentes y funciones por ellos desempeñadas existentes antes de las modificaciones últimas experimentadas.

- * Aportar sus experiencias en la operación de aeronaves en otros Aeropuertos.
4. Dirección de Fauna y Protección Ambiental:
- * Informar sobre las acciones de su incumbencia referentes a la protección del medio ambiente.
 - * Recoger crías de aves, nidos y huevos para su reubicación en áreas protegidas.
 - * Mantener un registro de las reubicaciones e informar al Comité sobre anomalías o desequilibrios ambientales en la región que puedan producir una alteración en la avifauna del Aeropuerto.
5. Administración del Aeropuerto:
- * Ejecutar las acciones y programas que surjan del Comité Local de Prevención del Riesgo Aviario en el Aeropuerto.
 - * Realizar (a su costa) toda investigación y/o estudio del terreno, aves, insectos, mamíferos, etc., a fin de que se mantenga un registro actualizado de las variables ambientales.
 - * Coordinar y organizar las reuniones que se desarrollen del Comité, llevar actas de los temas tratados y preparar el programa de temas a tratar.
 - * Organizar y mantener actualizada la bibliografía necesaria.
 - * Aportar asesoramiento Jurídico (miembro del Comité).
 - * Aportar un profesional ambiental como asesor del Comité.
 - * Llevar a cabo el mantenimiento del terreno y áreas verdes.
 - * Efectuar los Estudios de campo necesarios.
 - * Confeccionar las Fichas de Registro de Datos.

El Plan contempla las siguientes **acciones**:

- a. Relevamiento de la comunidad aviaria comprendida en todo el predio en el que se ubica el Aeropuerto, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:
- * Determinar la condición Permanente, Migratoria u Ocasional de cada especie.
 - * Cuantificar las poblaciones.
 - * Registrar variaciones en poblaciones y causas de las mismas.
 - * Determinar, en los registros de nuevas especies, su condición (Ocasional, Migratoria, Permanente).
 - * Registrar cualquier causa que de alguna manera modifique el status dentro de la comunidad de aves.
- b. Observación de campo relativa a:
- * Tipo de terreno que conforma el predio Aeroportuario.
 - * Condiciones favorables para las aves, del predio.

- * Cadena alimentaria.
- * Tipo de aves y su clasificación, dentro del Aeropuerto, con especial atención a Franjas de Seguridad y bordes de Pista.
- * Cantidad de aves por grupos de las poblaciones existentes.
- * Su conducta ante estímulos y ruido.
- * Su conducta ante factores externos meteorológicos, registrando para cada observación: a) Temperatura; b) Vientos; c) Presión atmosférica; y d) Precipitaciones.
- * Hábitat según las condiciones estacionarias.
- * Determinación de sectores según la concentración de aves.
- * Determinación de zonas de mayor riesgo, para las operaciones aéreas.
- * Determinación de métodos de corte de pasto y malezas.
- * Control diario de residuos y elementos atractivos para las aves.
- * Comprensión de conceptos de Ornitología y Etología.
- * Comprensión de ciclos evolutivos de las aves.
- * Materia fecal.
- * En caso de lluvias y/o alteraciones meteorológicas, registrar: a) Acumulación de agua; b) Tiempo en que persiste la acumulación; c) Vientos fuera de lo normal; y d) Conducta de las aves ante estos eventos.

TABLA I

Año 2005
Fecha: 02



Registro de lindeña aviar
Homogenización - Clasificación

Registros: 779
Especies: 164

C.O.	H x F												Total Aves							
	A	B	C	4	5	6	11	12	7	8	F	G		H	I	J	K	L	M	22
1	Enero	36	139	1	1	10	6	2								18	47			260
2	Febrero	1	39	6									12				50	15		123
3	Marzo	36	369	27				12				6					30			556
4	Abril	173	2	27	6	2	1				3									214
5	Mayo	4	392	36	8	23	2					12								478
6	Junio	4	315	72		55	6					4				12	26	59		553
7	Julio	5	332	48		56	2									9	5			595
8	Agosto	5	120			53														184
9	Septiem	9	516	34		19			4			9				21	72	21		705
10	Octubre	8	446	28		36											20	1		541
11	Noviem	5	128	12		41														186
12	Diciem																			

a	Suma total ordinal	113	2090	266	9	396	0	24	16	5	0	0	12	0	34	0	30	153	201	1	145	4395
b	Total meses estadísticos	10	11	10	2	10	0	6	3	2	0	0	2	0	4	0	2	5	6	1	3	11
c	Suma ordinal por registro A sobre B	11,20	271,81	26,60	4,50	39,60	0,00	4,00	5,33	2,50	0,00	0,00	6,00	0,00	8,50	0,00	15,00	30,60	33,50	1,00	48,33	599,54
d	Suma aves por familia	113	2090	275		436			5	0	0	12			34		384			1	145	
e	% de aves con el total	2,57	68,00	6,00	0,20	9,00	0,00	0,54	0,36	0,11	0,00	0,27	0,00	0,77	0,00	0,68	3,48	4,57	0,02	3,29		

C.O.: Códigos de objetivos

Familia	C.O.	Códigos de objetivos
A - Estrigidos	10	Carpintero campesín - Falcónidos
B - Charadriidos	11	Caraño - Falcónidos
C - Tropicornitidos	12	Cernícalo - Falcónidos
D - Falconidos	13	Gracia buaya - Ardeidos
E - Tinamidos	14	Gorza blanca - Ardeidos
F - Ictéridos	15	Golondrina negra - Hirundinidos
G - Falcónidos	16	Jote - Cediado
H - Ardeidos	17	Pará - Tinamido
I - Hirundinidos	18	Tordo - Ictéridos
K - Columbidos	19	Torcaza - Columbidos
L - Anátidos	20	Falco baccato - Anátidos
M - Frigilidos	21	Loxia común - Ictéridos
	22	Higüero chico - Frigilidos

Bibliografía

ADGER, W. Neil. "Vulnerability". *Global Environmental Change*. [En línea]. United Kingdom: University of East Anglia, 2006, vol.16, pp. 268–328, www.elsevier.com/locate/gloenvcha

ADMINISTRACION DE AVIACION FEDERAL DE EE UU. *Manual de Fauna Silvestre en Aeropuertos*, 2001.

ASHFORD, N. y WRIGHT, P. H. *Aeropuertos*. Madrid: Editorial Paraninfo, 1987.

AUTORIDAD INTERJURISDICCIONAL DE CUENCAS DE LOS RIOS LIMAY, NEUQUÉN Y RÍO NEGRO (AIC). *Aves del río Neuquén*. Neuquén, 2000.

BRAUN-BLANQUET, Josias. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Barcelona: Ed. Blume, 1979.

BUNGE, Mario. *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona: Gedisa, 2004.

CAFFERATTA, Néstor A. "La prueba del daño ambiental". En: *Revista Brasileira de Direito Ambiental*. Sao Paulo: Editora Fiuza Ltda., 2005, n° 1.

COSCARON ARIAS, C y GANDULLO, R. *Flora típica de las bardas de Neuquén y sus alrededores*. Petrobras-Universidad Nacional del Comahue, 2004.

DALY, Herman E. *Sustainable Development: Definitions, Principles, Policies*. World Bank, Washington D C: World Bank, 2002.

DAUPHINÉ, André. *Les théories de la complexité chez les géographes*. París: Anthropos, 2003.

DAUPHINÉ, André. *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*. París: Armand Colin, 2004.

DRNAS DE CLÉMENT, Zlata. "Los principios de prevención y precaución en materia ambiental en el sistema internacional y en el interamericano". En: *Jornadas de Derecho Internacional*. Washington: Secretaría General de la OEA, 2001, pp. 81-92.

FUNTOWICZ, Silvio y RAVETZ, Jerome. "Riesgo global, incertidumbre e ignorancia". En: FUNTOWICZ, Silvio y RAVETZ, Jerome. *Epistemología política, ciencia con la Gente*. Colección Los fundamentos de las Ciencias del Hombre. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1993, pp.11-42.

GALLOPÍN, Gilberto C. "Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico". En: Serie Medio Ambiente y Desarrollo. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Proyecto NET/00/063 Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile: CEPAL-Gobierno de los Países Bajos, 2003, n° 64.

GALLOPÍN, Gilberto C. "Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity". En: *Global Environmental Change*. [En línea]. United Kingdom: University of East Anglia, 2006, vol.16, pp. 268–328, www.elsevier.com/locate/gloenvcha

GEC&HH "Global Environmental Change and Human Health: Science and Implementation Plan". En: *Earth System Science Partnership Report*. 2006, n° 4.

GONZÁLEZ ARENCIBIA, M. *Una gráfica de la Teoría del Desarrollo. Del crecimiento al desarrollo humano sostenible*. Málaga: Universidad de Málaga. [En línea]. www.eumed.net/libros/2006/mga-des/, 2006.

GONZÁLEZ MOENA, Sergio. "Notas para una epistemología de la complejidad". En: *Visiones sobre la complejidad*. Santa Fe de Bogotá: Maldonado, Universidad El Bosque, 1999, vol. 1.

GOODERS, JOHN. *Principios Básicos de Ornitología (Guía Práctica para el Aficionado)*. Barcelona: Editorial Martínez Roca, 1992.

GORGOGNONE, Ernesto. *Guía de campo de las especies andino-patagónicas, con lista sistemática actualizada y dibujos de las aves a color*. Junín de Los Andes: Edición del Autor, 1997.

GWSP "The Global Water System Project: Science Framework and Implementation Activities". En: *Earth System Science Partnership (DIVERSITAS, IGBP, IHDP, WCRP) Report n° 3*, 2005.

HABERL, Helmut, FISCHER-KOWALSKIA, Marina, KRAUSMANN, Fridolin, WEISZA, Helga, WINIWATER, Verena. *Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer*. Oxford (UK): Elsevier Ltd., 2003.

HOLLING, C. S. "Resilience and Stability of Ecological Systems". En: *Annual Review of Ecology and Systematics*. November 1973, vol. 4, pp. 1-23.

HOLLING, C. S. "Teorías por futuros sostenibles". En: *Ecología 4 (2) de la conservación: 7*. [En línea]. <http://www.consecol.org/vol4/iss2/art7/>, 2000.

IGLESIAS, Alicia N. "Premisas geográficas del desarrollo y ordenamiento ambiental". En: *Geograficando. Revista de Estudios Geográficos*. La Plata: Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación-Universidad Nacional de La Plata, en prensa.

IV Seminario Internacional sobre Peligro Aviario en la Aviación, Ciudad de Recife, Brasil, 2003.

JUSTE RUIZ, José. *Derecho Internacional del medio ambiente*. Madrid: McGraw-Hill, 1999.

KATES, Robert W., et al. "Policy forum. environment and development: Sustainability Science". En: *Science Magazine*, American Association for the Advancement of Science (AAAS), april 2001, vol. 292, n° 5517, pp. 641-642.

KATES, Robert W., PARRIS, Thomas M., LEISEROWITZ, Anthony A. "What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice". En: *Issue of Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Washington. DC: Heldref Publications, Helen Dwight Reid Educational Foundation, 2005, vol. 47, n° 3, pp. 8-21.

LEONTIEF, W. "Environmental Repercussions and the Economic Structure, An Input-output Approach". En: *Review of Economics and Statistics*, August, 1970, 52, pp. 262-71.

MARTÍN MATEO, Ramón. *Tratado de Derecho*. Madrid: Editorial Trivium, 2001, vol. I, pp. 71-104, vol. II, pp. 645-679.

MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J., BEHRENS III, W. W. *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 1972.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. Anexo 14, vol. 1, doc. 9184, AN/902, partes 1 y 2, doc. 9137, AN/898, partes 3 y 9.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. *Manual de Servicios de Aeropuertos*, parte 3, doc. 9137, AN/898, 1995.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. *Aeródromos*. Convenio sobre Aviación Civil Internacional, anexo 14, Chicago 1944.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. *Manual de Planificación de Aeropuertos*, parte 1, doc. 9184, AN/902, 1988.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. *Manual de Planificación de Aeropuertos, utilización del terreno y control del medio ambiente*, parte 2, doc. 9184, AN/902, 1988.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. *Manual de Mantenimiento de Aeropuertos*, parte 9, doc. 9137, AN/898, 1995.

ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. CARSAMPA. Comité de Control y Reducción de Aves en Aeropuertos en la Región Sud Americana y Caribe, Boletín Informativo, vol. I, 2004.

PÉGUY, Charles-Pierre. *Espace, temps, complexité, vers une métagéographie*. París: Belin, 2001.

STERN, Nicholas. *Stern Review Report on the Economics of Climate Change*. Cabinet Office-HM Treasury. Cambridge University Press, 2006. [En línea]. <http://www.cambridge.org/9780521700801>.

VITOUSEK, P. M., EHRLICH, P. R., EHRLICH, A. H. y MATSON, P. A. "Human appropriation of the products of photosynthesis". En: *BioScience*, 1986, vol. 36, n° 6, pp. 368-373.

WACKERNAGEL, Mathis y REES, William. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. The New Catalyst Bioregional Series, London (UK): New Society Publishers, 1996.

WALKER, Brian H., et al. "Resilience in Social-Ecological Systems. Through Comparative. Studies and Theory Development: Introduction to the Special Issue". En: *Ecology and Society*, vol. 11, n° 1, art. 12.

Fecha de recepción: 31 de mayo de 2007.

Autores invitados para la presentación del artículo.