

Celso Vargas

Análisis epistemológico del riesgo

Abstract. *In this paper we analyze the concept of risk, starting by distinguishing some of its major uses, focusing our attention in two of them: risk as a possibility and risk as the probability of harm. Then, we proceed to clarify in more detail the relationship input-output, in two different senses: relationship by form, that is, the relation risk-harm; and by content, that is, by the qualification of the magnitude of harm. Finally, we make some general remarks on risk evaluation.*

Key words: risk; risk evaluation; harm.

Resumen. *En este artículo analizamos el concepto de riesgo, distinguiendo varias acepciones del mismo, y analizamos con detalle dos de ellas: la definición de riesgo como la posibilidad de que ocurra un daño y el riesgo como la probabilidad de que ocurra un daño. Luego, pasamos a hacer un análisis más detallado sobre la relación entrada-salida, en dos sentidos diferentes: lo que denominamos la relación por forma, es decir, sobre la relación entre riesgo y daño, y la segunda por su contenido, es decir, por la relaciones de magnitud del daño. Termina el artículo señalando algunas observaciones generales sobre la valoración del riesgo.*

Palabras clave: riesgo; evaluación del riesgo; daño.

1. Introducción

La preocupación por los daños que puedan estar asociados con las actividades humanas,

es un problema relativamente reciente, y está asociada, predominantemente con dos ámbitos. Por un lado, el acelerado desarrollo científico y tecnológico, y por otro, la dinámica económica y social que caracteriza a nuestras sociedades modernas. En relación con el primero de estos ámbitos, y como ha sido indicado por Jean Ladriere (1978), el desarrollo científico y tecnológico impacta tanto de manera positiva como negativa las culturas, y por tanto, en aquellos aspectos de las culturas que se consideran valiosos. Esta es una de las fuentes que originan la preocupación por los riesgos. El segundo factor, asociado directamente con la dinámica económica y social, es decir, con el tipo de desarrollo económico y social que ha dominado nuestra cultura, y que se ha mostrado que excluye consideraciones sobre el medio ambiente. Más aún, dentro de esta concepción el ambiente es un elemento pasivo, difícil de incorporar dentro de dicho modelo. Finalmente, las consideraciones ambientales no han sido estructuralmente incorporadas en el desarrollo tecnológico, de manera que las consideraciones ambientales tienden a hacerse *a posteriori*.

Un análisis del riesgo no puede hacerse sin tomar en consideración aspectos teóricos, relacionados con la manera cómo se establecen las condiciones para la consideración de una situación o desarrollo como riesgoso. Por otro lado, tampoco puede dejarse de lado el preguntarse por la manera cómo los resultados de las evaluaciones posteriores de la situación o desarrollo pueden incorporarse de manera que expliquen los cambios en la estimación del riesgo. Este es un tema muy complejo y debe abordarse, al menos inicialmente, de manera separada para cada uno de los conceptos de riesgo involucrados.

Es claro que el concepto de riesgo tiene varias acepciones: está en primer lugar, el uso que se da el término en el ámbito económico y comercial. En segundo lugar, lo que podríamos denominar el uso lógico del término, que entiende el riesgo como posibilidad. Está, en tercer lugar, el uso cotidiano o popular del término, y finalmente, lo que podríamos denominar el uso científico del concepto. En este artículo analizamos los dos últimos usos del concepto, aun cuando señalamos algunos aspectos del uso lógico del concepto de riesgo. En la última sección de este artículo hacemos algunas consideraciones generales en relación con la incorporación de los resultados de las evaluaciones y la precisión del riesgo. Sin embargo, esto se hace para un concepto de riesgo, el más importante para nosotros, el científico, sin menospreciar el hecho de la importancia de tomar en cuenta el hecho cotidiano del riesgo, sobre todo cuando se desean encontrar formas de aproximación entre ambas perspectivas.

2. El concepto de riesgo

Comenzamos nuestro análisis indicando que el concepto de “riesgo” puede ser caracterizado en términos de tres factores. En primer lugar, está directamente relacionado con los conceptos de “incertidumbre” y de “conocimiento”. En segundo lugar, está igualmente asociado con el concepto de “daño”. Finalmente, tiene un carga valorativa la cual no puede ser prescindida en su caracterización. Consideremos cada uno de estos aspectos por separado.

2.1. Incertidumbre y conocimiento

En relación con riesgo es importante considerar que la incertidumbre y el conocimiento forman una escala (digamos horizontal) en la que el máximo conocimiento se ubica en uno de sus extremos y el desconocimiento (máxima incertidumbre en un sentido importante) en el otro extremo, suponiendo claro, que pueden caracterizarse ambos extremos. De otro modo, es importante ver la escala con puntos de indefinición a ambos lados. De esta manera, el riesgo se ubica dentro de esa escala y se desplaza a la derecha o a la izquierda según la siguiente propiedad: *se*

obtiene una mayor precisión (cuantificación) del riesgo en la medida en que aumenta nuestro conocimiento sobre el ámbito determinado de interés. Es decir, el riesgo se da, claramente, en un contexto específico. De hecho esta es una de las características del concepto de riesgo. Dicho de otro modo, no existe algo así como un riesgo universal, en el sentido que se utiliza este concepto en teoría de conjuntos y en lógica. O por lo menos, no es normal.

Sin embargo, lo dicho anteriormente es muy general y requiere una mayor precisión. En particular, los conceptos de “incertidumbre” y “conocimiento” se suponen como sobreentendidos, lo cual no es cierto. Por ello se impone un análisis de cada uno de ellos. Inicialmente, consideramos el conocido como expresado en un conjunto de variables, sobre un ámbito determinado, relacionadas entre sí de una manera específica. “Incertidumbre” tiene dos sentidos relevantes en nuestro contexto. Por un lado, significa desconocimiento específico de una situación, en el sentido de que ésta puede reducirse en la medida en logramos un mayor conocimiento de la situación. Por el otro, significa indeterminación, en sentido epistemológico. Sea V un conjunto de variables seleccionadas para definir o caracterizar una situación. Se habla que esa situación está indeterminada por alguno o los dos factores siguientes: 1. No se tiene manera de determinar si ese conjunto de variables es realmente completo, es decir, no se tiene garantía de que no se haya dejado de lado otras variables igualmente relevantes. En este primer sentido, decimos que existe indeterminación en el criterio de selección de las variables. 2. Aun cuando se suponga que dicho conjunto de variables es completo, no se tiene manera de determinar el peso real que cada una de esas variables desempeña en la caracterización del problema. Esta posición podría ser defendida por los partidarios de los sistemas caóticos, en contraposición a los partidarios del “demonio de Laplace” o de la teoría de lo que se ha denominado “de las variables ocultas” en analogía con la discusión del tema en la física cuántica. En ambos casos, se trata de posiciones epistemológicas que podrían llevar a “callejones sin salida”, aun cuando pueda estar bien justificado en algunos contextos. Por ejemplo, desde el punto de vista

de las teorías ecológicas, la interacción entre las especies puede definirse teóricamente, sin embargo, es difícil hacerlo en la práctica, ya que se debe seleccionar una especie determinada o un número de especies muy reducido, para definir determinadas interacciones. De hecho, desde el punto de vista teórico se asume que las interacciones no son lineales. En este artículo dejamos de lado estas dos formas de indeterminación en sentido epistemológico.

El sentido del concepto de incertidumbre que nos interesa aquí es el primero, es decir, el de “desconocimiento específico de una situación”. La incertidumbre puede reducirse en la medida en que obtenemos un mayor conocimiento de la misma. No se trata en este caso de cuestionar si el conjunto de variables es completo o si el comportamiento del sistema definido por esas variables es lineal o no, sino más bien la determinación del impacto del sistema caracterizado por esas variables sobre otros ámbitos con los que interactúa. Por ejemplo, el impacto que tendría un determinado producto tecnológico (software) sobre una población determinada. En el riesgo, el impacto siempre es negativo.

Hasta el momento hemos establecido dos características principales del concepto de riesgo. Primero que es específico, o mejor relativo, a un sistema caracterizado por un conjunto de variables. Segundo, que está relacionado con el desconocimiento específico que se tiene sobre una situación o sobre el impacto de un determinado sistema cuando interactúa con otros.

En el sentido definido anteriormente, conocimiento puede ser definido como la obtención de un conjunto determinado de variables y la manera cómo éstas están relacionadas para formar una red. Dicho de otro modo, el conocimiento va orientado primariamente a la comprensión de un fenómeno. Esta manera de definir el conocimiento podría denominarse aproximación científica del conocimiento. Sin embargo, existe otra manera de definir qué es conocer, y que es relevante para uno de los usos que se hace del riesgo. Podemos definir “conocimiento” como “estar familiarizado con”. La incertidumbre estaría, entonces, desde este punto de vista, relacionada con dos aspectos: 1. Con la no familiaridad de una situación y 2. Con aquellos ámbitos de la

cultura o la persona que se ven en peligro ante un evento o situación, y por tanto, presenta una carga emotiva significativa.

Claramente, como se ha argumentado por diferentes autores (véase por ejemplo, Hospers 1978), este segundo sentido de conocimiento no conlleva el hecho de que nuestro conocimiento sea el más adecuado sobre una situación. De hecho, en muchas ocasiones el conocimiento del sentido común no lo es. Por otro lado, el conocimiento que hemos denominado “científico” conlleva claramente el estar familiarizado con.

A manera de resumen, tenemos dos concepciones del conocimiento, que son de interés para la caracterización del riesgo, una que podríamos denominar científica y la otra del sentido común. Esta aclaración previa no permite abordar el segundo aspecto del riesgo, el que tiene que ver con el daño.

2.2. Riesgo y daño

Riesgo y daño están claramente relacionados. El asunto es cuál es el tipo de relación que se da entre ambos. Dos clases generales de relación son de interés, desde el punto de nuestra ponencia. Está, por un lado, la primera clase que tiene que ver con lo que podríamos llamar la forma en que ambos conceptos están relacionados. La segunda clase se relaciona con lo que denominamos su contenido.

2.2.1. Relación por forma

Veamos primero la relación formal entre ambos conceptos. Varias relaciones son posibles (consideramos las siguientes tres): 1) riesgo = daño; 2) riesgo es la posibilidad de que ocurra un daño; y 3) riesgo es la probabilidad de que ocurra un daño. Analicemos primero las relaciones entre 2 y 3 para volver después a la relación enunciada en 1. El asunto aquí es cómo se debe entender la diferencia entre 2 y 3, dependerá de la manera cómo se entienda “posibilidad” y “probabilidad”. En un sentido podríamos considerar que ambos son equivalentes. Sin embargo, posible podría tener un significado más bien lógico, y significa “no es contradictorio suponer que un daño pueda ocurrir”. Dicho de esta manera, posibilidad

adquiere un sentido muy general que incluye todo aquello que no sea contradictorio. Así general incluiría el sentido de incertidumbre como “indeterminación” del que hemos hablado en la sección anterior. Es igualmente claro que incluiría el concepto de probabilidad en el sentido que queremos utilizarlo en este artículo. Bástenos indicar que “posibilidad” adquiere un significado mucho más amplio que probabilidad.

Existen varias teorías de la probabilidad que podrían ser candidatas para el análisis del riesgo. Pero un análisis detallado de estas nos llevaría más allá del presente trabajo. Interesa aquí la teoría de frecuencias, es decir, aquella que tiene que ver con la distribución de determinados eventos (impactos en este caso) dentro de una sucesión de eventos mucho más amplia. En principio esta sucesión más amplia o clase de eventos puede ser abierta. Como ha indicado Popper no hay razón, por lo menos teórica, para restringir esta clase como se ha hecho por medio de la introducción del axioma de la convergencia, el cual postula que “la sucesión de frecuencias tiende a un límite definido la hacerse cada vez mayor la sucesión de eventos” (Popper, 1977). Sin embargo, el mantener esta clase así abierta, reduce la capacidad predictiva de ciertas distribuciones. Por tal motivo se prefiere el establecimiento de distribuciones sobre clases finitas de eventos, y a partir de aquí predecir que se presentan ciertas distribuciones para poblaciones mucho más amplias.

Desde el punto de vista del riesgo, definido, entonces, como la probabilidad de que se produzca un determinado daño, interesa estimar su distribución dentro de un conjunto de eventos mucho más amplia (sistema). El problema consiste en cómo asignar una distribución (probabilidad) cuando una sucesión que se tome como representativa no se ha obtenido. Es decir, cómo asignar la distribución inicial. Para hacerlo se puede recurrir a algunas heurísticas como las siguientes:

1. Pueden utilizarse algunas predicciones que establece una teoría general, que sirvan como base para una precisión posterior. Por ejemplo, si nos interesa determinar el impacto de un determinado producto en un ecosistema, el tomar en consideración las interrelaciones teóricas que se establecen en los ecosistemas,

puede ser una buena heurística para establecer dicha distribución. Claramente esta distribución inicial tiene que ser precisada con evaluaciones periódicas. El tomar en consideración el análisis de casos como los aspectos establecidos por la teoría general, constituye un recurso muy importante en la predicción del comportamiento futuro de un sistema.

2. Los modelos de simulación son una buena ayuda para determinar la evolución de un sistema como resultado de introducir determinadas alternaciones. Estos modelos se basan, claramente, sobre ciertas suposiciones, cuyas variaciones nos permitirán establecer diferentes cursos de eventos y alertarnos sobre algunas de estas evoluciones. Estos modelos no son únicamente útiles en la etapa inicial, sino que la precisión de las permanente de sus variables se constituye un buen procedimiento tanto de predicción como de monitoreo.
3. El uso de analogías, es decir, el recurrir al uso de situaciones que presentan alguna similitud estructural o funcional puede ser valiosa para este propósito. Conforme se cuente con información más precisa se puede prescindir de ésta y constituir un cuerpo propio de datos que soporten las distribuciones establecidas. Aquí también los modelos de simulación pueden jugar un papel importante.

En condiciones normales es muy importante partir de distribuciones de riesgos bastante altas e ir precisando conforme obtenemos mayor conocimiento sobre el sistema en cuestión. En este sentido es que decimos que *se obtiene una mayor precisión (cuantificación) del riesgo en la medida en que aumenta nuestro conocimiento sobre el ámbito determinado de interés.*

En muchas situaciones, las distribuciones se establecen con base en el estudio de grandes poblaciones de manera que se pueda estimar determinados impactos en esa población. Ejemplos típicos de lo anterior son los estudios epidemiológicos que se aplican a distintos medicamentos de uso humano y animal.

Sin embargo, lo dicho anteriormente no funciona de la misma manera en el concepto de riesgo que se maneja a nivel de sentido común.

Antes de adentrarnos a caracterizar brevemente el concepto de probabilidad, es importante indicar que, desde el punto de vista del público o del sentido común, en ocasiones tiende a hacerse equivalente riesgo con daño. Sin embargo, el daño normalmente no es especificado, y no se proporcionan criterios para asignarle una mayor cualificación. Este uso del riesgo se pone de manifiesto en la siguiente referencia de una conocida académica costarricense:

La búsqueda de nuevas modalidades de explotación agrícola encontró salida en la biotecnología, en especial la manipulación genética que ha permitido la producción de “alimentos genéticamente modificados” (OGM, más conocidos como transgénicos); éstos, por un lado, son más resistentes a las plagas, más duraderos y de menor costo de producción, pero por otro conllevan *al riesgo* de provocar reacciones alérgicas en los consumidores, transferencias indeseables de genes a células del organismo o a bacterias del tracto gastrointestinal y el cruce con especies nativas, *lo que acarrearía su extinción*. Estos riesgos no inquietan al capital, cuya preocupación ontológica es producir en el menor tiempo posible, con la menor inversión y con la mayor ganancia. (Grupo América Nuestra, 2002) (El énfasis es agregado)

Es importante realizar investigaciones más detalladas sobre los usos de este concepto. Sin embargo, quisiera enfatizar el hecho que el riesgo es claramente conceptualizado como equivalente a daño y este último es cuantificado como catastrófico. Tal y como fue señalado en Vargas y Alfaro (1997), una de las características de la percepción del público es que tiende a ser sí-no. Las consideraciones probabilísticas tienden a estar ausentes en las valoraciones que hace el público.

2.3. Relación por contenido

Por “contenido” nos referimos a la correlación que existe entre el tipo de impacto y el tipo de daño producido. Se trata de determinar la relación que existe entre ambos. Al igual que en el caso anterior, existen varias alternativas que se pueden considerar.

Está en primer lugar, aquella que afirma que todo impacto tiene un daño asociado, sin importar la magnitud del impacto. Se trata en este caso de una correlación lineal, es decir, siempre podemos establecer para un impacto determinado, el daño correspondiente. En general, se dice que una relación es lineal si cumple las siguientes dos propiedades (expresadas de la manera más simple, donde a es una constante):

1. $\forall x (f(ax)) = a(f(x))$
2. $\forall xy f(x+y) = f(x) + f(y)$

En este sentido, por más pequeño que sea un impacto siempre se producirá un daño, y su daño será proporcional al impacto. Es decir, siempre existe un factor por el cual multiplicar el impacto para obtener el daño. Como puede observarse esta posición establece condiciones de predictibilidad muy fuertes, que claramente no se cumplen en muchos casos. Ha sido criticada en dos condiciones: Primero, se ha establecido que no se cumple para impactos pequeños. Por ejemplo, como se ha establecido hace algún tiempo, dosis muy pequeñas de arsénico cumplen un función muy positiva en el organismo, mientras dosis altas tienen consecuencias negativas. Se ha indicado que el arsénico en dosis muy pequeñas es producido por el organismo y se ha determinado su participación en la prevención de algunos aneurismas. En este sentido, no es una correlación que se pueda mantener. En segundo lugar, ha sido también criticada en relación con impactos más altos. En efecto, para impactos grandes la constante a no logra predecir los daños. Por ejemplo, la escala de Richter para sismos establece que la proporción del daño crece de manera no lineal en la medida en que un sistema alcanza niveles muy altos en la escala, por ejemplo, mayores de 6,5 grados de dicha escala. En este sentido, no obtendríamos una constante a como la indicada en las funciones anteriormente citadas.

Sin embargo, el uso de correlaciones lineales juega un papel muy importante en el establecimiento de normas de seguridad, para dosis o impactos pequeños. Se trata en este caso de establecer condiciones de predictibilidad muy

estrictas con el propósito de establecer regulaciones sobre exposiciones a impacto que se encuentren muy por debajo de cualquier daño observado. De esa manera, se protege a las personas que se encuentran expuestas a determinados riesgos. Pero se trata de un criterio normativo que obedece a propósitos de protección, más que a establecer un criterio adecuado para determinar el daño. No obstante, se basa en un criterio de correlación de impacto-daño rigurosamente establecido, como se indica en los siguientes párrafos.

La segunda alternativa de correlacionar impacto-daño, desde el punto de vista del contenido, distingue en general, aunque sus rangos dependen de las situaciones específicas, dos tipos de correlación que dependerán del tipo de efecto o daño. Está en primer lugar, los efectos *determinísticos*, que indican que para un determinado impacto, siempre le seguirá un determinado daño, pero no establece ninguna condición de linealidad. Los efectos determinísticos aparecen normalmente para dosis altas (en cada campo se debe determinar que se entiende por “altas”). Adicionalmente, se debe determinar si el efecto se produce por la acumulación de impactos (es decir, si es función del tiempo) o si se trata del resultado de un solo impacto. Los efectos determinísticos pueden a su vez clasificarse según el efecto o daño se mantenga únicamente durante el tiempo en que la persona se encuentre expuesta o si persiste posteriormente y bajo que condiciones. Tal es el caso en la prescripción de ciertos medicamentos en los que indica claramente los efectos negativos que tendrá para el paciente y durante cuanto tiempo estos se mantienen.

Están en segundo lugar, los efectos o daños *estocásticos*, es decir, aquellos para los cuales no existe una correlación uno-uno entre impacto y daño, sino que dependen de otros factores (es multicadena). Dos de estos factores pueden ser los siguientes: los mecanismos de diseminación de los impactos característicos de los ecosistemas y de otros factores que intervienen; de las posibilidades de que material genético sea modificado (ADN) y de los mecanismos de reparación celular y molecular. Los efectos estocásticos se estiman para las denominadas dosis bajas. Los efectos estocásticos se dice que no tienen umbral, es decir, no existe un conjunto de impactos para

los cuales se pueda establecer una correlación determinísticas impacto-daño.

El medio más efectivo de establecer correlaciones entre impactos y daños dentro de este modelo es mediante el estudio de poblaciones y la manera como el factor bajo consideración se distribuye en esa población. Los denominados estudios epidemiológicos constituyen uno de los ejemplos más conocidos de métodos de correlación estocástica. En este momento, el desarrollo de modelos simulación son también una fuente complementaria de información sobre este tipo de efectos. Sin embargo, los modelos de simulación no pueden nunca reemplazar los estudios estadísticos correspondientes. De esta manera, a medida que se logra un mayor conocimiento sobre estas distribuciones en poblaciones, se logra una mayor precisión en los riesgos.

Uno de los aspectos que hemos observado a nivel del público es que, no sólo se identifica impacto con daño, sino que este último concepto se utiliza, en muchos casos, de manera indeterminada. Al desconocer la naturaleza del daño, se establece un discurso con un nivel de abstracción muy alto, del cual no es posible extraer consecuencias prácticas que puedan ser determinadas y correlacionadas. En ocasiones esta actitud está presente también en personas que adoptan una posición hipercrítica sobre un tema. Es importante insistir en los límites que tienen que ser impuestos cuando se habla de riesgos.

2.4. Riesgo y valoración

Hemos dicho que el riesgo se define como la probabilidad X de que ocurra un daño Y . Daño y beneficio no son simétricos, al menos desde el punto de vista del riesgo. En efecto, se exige que los procesos o intervenciones optimicen los beneficios y reduzcan los daños. Esto se expresa en una reducción de la probabilidad de que ocurra un evento que afecte negativamente. La determinación de los beneficios y de los daños supone como trasfondo una valoración previa de aquellos aspectos que se consideran valiosos, y por tanto, dignos de ser protegidos de cualquier daño. La determinación de los aspectos considerados valiosos es histórica. Por cuestiones de subsistencia, muy posiblemente, la protección de

alimentos y de los recursos para el cultivo (tierra y herramientas) debieron haber sido considerados muy valiosos y eran protegidos a toda costa, sobre todo en periodos de guerra. Poco a poco las conquistas de la humanidad hacen que estos ámbitos se amplíen hasta llegar a la situación actual en la que hay muchos ámbitos que deben ser protegidos y promovidos.

El desarrollo de conjuntos de indicadores para estos distintos ámbitos son una guía importante en el establecimiento de aquellos ámbitos que son susceptibles de ser impactos negativamente, así como de aquellos que deben ser optimizados o promovidos. Como ha señalado Naciones Unidas, la atmósfera, de la biodiversidad, de los suelos, de los bosques, los océanos y las condición social de las personas, constituyen ámbitos que deben urgentemente ser protegidos, con el propósito de garantizar una mejor calidad de vida y las condiciones que deben hacerla posible. De ahí la urgencia que, por un lado, la ciencia y la tecnología se orienten hacia aquellos desarrollos que permitan, primero, una mayor comprensión de las dimensiones indicadas, y segundo, el desarrollo de tecnologías que contribuyan a resolver los problemas ambientales y sociales serios que enfrenta el globo terráqueo. Por el otro, la importancia de que este tipo de variables se incorporen en la toma de decisiones políticas, de manera que se establezcan políticas claras orientadas a la promoción social y del ambiente, y que establezca normativas que conlleven la necesidad de incorporar los aspectos de riesgo desde el proceso de diseño tecnológico.

3. Precisión del riesgo

El concepto de riesgo, que hemos denominado científico, plantea una serie de problemas importantes, los cuales deben ser, al menos, señalados de manera somera. Supongamos que se ha definido una manera de establecer el conjunto de variables relevantes en relación con un proceso o producto tecnológico o científico. El problema consiste en determinar, en primer lugar, cómo se establece la probabilidad inicial del riesgo, y segundo, cómo se va precisando el riesgo.

Con respecto al primer problema, del estudio de varios casos que se han dado en el pasado, se

concluye que no hay realmente un mecanismo para establecerlo. Mencionemos dos situaciones diferentes:

1. En algunos casos, la estimación de la probabilidad es muy alta. Tal es el caso de las investigaciones de Muller en 1927, en las que estableció la relación entre la radiaciones ionizantes y determinados efectos biológicos. Las investigaciones posteriores llevadas a cabo en la década de los 50 y de los 80, mostraron que habían sido sobreestimados, de manera que, en este momento se cuenta con estimaciones mucho más precisas. Sin embargo, debe indicarse que antecedentes de efectos biológicos aislados fueron conocidos desde finales de la década de 1910. Pero no de manera sistemática.
2. En otros casos la estimación inicial ha sido muy parcial. Un ejemplo de esto lo constituye el establecimiento de los efectos de persistencia asociados con el insecticida conocido como DDT. Durante la década de los 50 del siglo XX se observó la muerte de petirrojos en las áreas en las que se había aplicado el DDT. Sin embargo, la muerte de estos se observaba mucho tiempo después de su aplicación. Posteriormente, se estableció que este insecticida tiene una persistencia en el medio de varios años. Poco a poco se fue acumulando nueva información proveniente de otras aplicaciones con dosis diferentes, hasta que finalmente, a finales de los años 50 y finales de los 60 se determinó la dispersión a nivel mundial del DDT. Adicionalmente, durante la década de los 60 y los 70 se establecieron efectos más sutiles asociados con el DDT, por ejemplo, relacionados con el adelgazamiento de la cáscara de los huevos de aves, lo que explicaba una reducción considerable en la tasa de nacimientos, y la consiguiente reducción en las poblaciones de aves.

Por lo anterior, es difícil establecer una estrategia única para el establecimiento de la probabilidad de daño asociada con una intervención. Sí se puede concluir que las propiedades del sistema en el que el producto interactúa, es una fuente importante para determinar ciertos

valores iniciales. En efecto, si se trata de un sistema lineal, se puede tener un mayor control sobre las variables y sus efectos. Sin embargo, en muchos casos se trata de sistemas no lineales en los que el control de las variables es mucho más difícil. En este sentido, es muy importante conocer las características del sistema en el que interactuará el producto tecnológico de manera que sirva de base para realizar los estudios de casos correspondientes.

El segundo aspecto relacionado con la manera cómo se precisan las probabilidades de daños así como el tipo de daño, plantea las mismas complejidades que el caso anterior. Pero el monitoreo constante, y los recursos de simulación son una fuente importante para establecer esta precisión.

Bibliografía

- Grupo América Nuestra. (2002) A Propósito del ALCA: Tratados de Libre Comercio y Agricultura. Ponencia presentada ante el foro Costa Rica contra el ALCA. Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, Octubre de 2002.
- Hospers, J. (1976) *Introducción al análisis filosófico*. Madrid: Alianza.
- Ladriere, J. (1978) *El reto de la racionalidad*. España: Ediciones Sígueme.
- Popper, K. (1977) *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Vargas, C. y Alfaro, M. (1997) Desarrollo sostenible y valoración de la vida humana. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*. XXXIV (83-84), 385-394.