

La transversalidad en los planes de estudio de las carreras pecuarias

Luis Jaír Gómez G. MVZ

La forma analítica es la dominante en la elaboración de los planes de estudio de las carreras pecuarias, y los profesores suelen afrontar su trabajo pedagógico de la misma manera, haciendo a la “verdad” única, y al conocimiento universal.

Pero están ocurriendo grandes transformaciones en la manera de mirar la naturaleza, y han surgido conceptos como los de sistema, transdisciplinariedad y transversalidad.

En esta perspectiva es necesario tener claro que la realidad social, la naturaleza y los seres vivos son heterogéneos y no es posible tratarlos como objetos homogéneos.

Para el caso de los planes de estudio de las carreras pecuarias se hace necesario impartir la formación técnica dentro de dos contextos: la naturaleza y la sociedad; pero además se deben incluir dentro de los cursos regulares al menos cuatro principios: 1) Principio del arsenal técnico, que nos permite entender que no hay técnicas “últimas”, que en consecuencia, son las mejores. 2) El principio del costo biológico, que nos permite reconocer que los procesos biológicos de producción son tan complejos que la mirada reduccionista de la economía convencional no hace posible reconocer la problemática biológica que subyace al proceso productivo. 3) El principio de la comunidad vs. el individuo, que hace relación a que en animales se trabaja tanto con grupos como unidad productiva como con individuos, y en consecuencia, hay que aproximarse a ellos de distinta manera. 4) Principio de la tropicalidad, que hace relación a nuestra condición de país tropical, donde tenemos energía solar en abundancia y que esta es la base de todo el proceso del bucle recursivo de la vida.

Palabras clave: planes de estudio de carreras pecuarias, transdisciplinariedad, transversalidad.

Transversality in the study plans for academic programs in the livestock professions

Abstract

The analytic way prevails in the elaboration of study plans for majors in the livestock professions, and professors usually approach their pedagogical work the same way, making “the truth” one, and knowledge universal.

But big transformations are occurring in the way we look at nature, and have generated concepts such as those of system, transdisciplinarity and transversality.

From this perspective it is necessary to make it clear that social reality, nature and living beings are heterogeneous and it is not possible to treat them as homogeneous.

In the case of study plans for majors in the livestock professions it is necessary to give some technical training within two contexts: nature and society. But, apart from this, at least four principles should be included in regular courses: 1) The technical arsenal principle allows us to understand there aren't “latest” techniques that are, in consequence, the best. 2) The biological cost principle allows us to recognize biological processes to be so complex that the reductionist view of conventional economy makes it impossible to recognize the biological issues involved in the productive process. 3) The community vs. individual principle refers to the fact that both groups and individuals are taken as productive units when working with livestock and, in consequence, it is necessary to approach them in different ways. 4) The tropicality principle refers to our condition as a tropical country where we have solar energy in abundance which is the base for all the recursive loop of life.

Keywords: Study plans for majors in the livestock sector – transdisciplinarity – transversality.

Introducción

Durante el último medio siglo hemos asistido a una profunda transformación de la forma en que entendemos la naturaleza. J. L. San Miguel de Pablos (2010)¹ lo expresa de la siguiente manera: “Sin demasiado ruido

en las últimas décadas se ha puesto en marcha una revolución científica con importantísimas implicaciones para nuestra concepción general de la naturaleza y para nuestro modo de relacionarnos con ella. Una revolución que apunta al abandono de la idea de que las actitudes y los métodos reduccionistas son los más adecuados para entender el mundo y moverse en él”.

1 San Miguel de Pablos, J.L. 2010. *Filosofía de la naturaleza (La otra mirada)*. Barcelona: Editorial Kairos. p. 227.

Sin embargo, esta profunda transformación no necesariamente se está reflejando en la enseñanza científica o disciplinar, donde apenas se reciben ecos que son tomados en cuenta por muy pocos. El caso de la “crisis ambiental” es un ejemplo realmente ilustrativo de esta situación.

Cuando nos formamos profesionalmente los de mi generación, hace ya alrededor de medio siglo, apenas se estaban dando las primeras voces de alarma, y solo ya bien entrado el decenio de los setenta, algunos planes de estudio, y tal fue el caso de la carrera de Zootecnia de la Universidad Nacional en Medellín, estableció un “curso” de Ecología, por cierto desarrollado desde la analítica, esto es, manteniéndose dentro del reduccionismo, de tal manera que difícilmente alcanzaba a ser un constituyente fundamental dentro de la formación, puesto que los estudiantes lo sentían como una información más, sin capacidad de penetración en la configuración del núcleo duro del plan curricular. Fue algún tiempo después, cuando se reconoció la necesidad de dar al estudiante algunos elementos de historia, sociología, literatura y otros conocimientos que se agrupaban bajo el nombre de “Humanidades”, con la intención de que tuvieran otra mirada del mundo, que les permitiera contextualizar la formación técnica. Sin embargo, entre muchos estudiantes se consideraba que, por ser un conocimiento ajeno a su técnica, no tenía mayor importancia; pero además, quienes impartían las clases no lograban relacionarlas adecuadamente con el origen y desarrollo de la profesión. Paralelamente a estos intentos de dar elementos que hicieran posible contextualizar los desarrollos técnicos de la profesión, fueron surgiendo conceptos como el de sistema, transdisciplinariedad y transversalidad, pero estos apenas eran objeto de

conferencias o seminarios extracurriculares de libre asistencia, puesto que no se trataba de un mismo fenómeno.

En efecto, mientras los cursos de humanidades buscaban, como ya se ha dicho, abrir un poco la mente del estudiante para que no se quedara solamente en la formación general estrecha de la manualidad de la técnica, del saber hacer, tan propio del técnico “puro”, si es que la expresión es válida, los nuevos conceptos de sistema, transdisciplinariedad y transversalidad respondían a una nueva visión de la naturaleza en general y de las disciplinas en particular, que llamaban a entender que cada campo del conocimiento no es un ente, que si se conoce suficientemente bien, permite la autosuficiencia en el ejercicio profesional, sino que lo que hay en verdad, es una interacción con efectos interdependientes entre las diferentes disciplinas.

En este orden de ideas, es claro que no se trata simplemente de agregar unos cursos más, sino de replantear la forma de exponer los conocimientos atinentes a cada curso, siguiendo rigurosamente un programa en forma tal que se explique tanto la funcionalidad como la disfuncionalidad del ser vivo, tanto hacia adentro, en su “autopoiesis”, como diría Maturana, como hacia afuera, en la dinámica de sus “estructuras disipativas”, como diría Prigogine. Se trata, además, de saber cómo al operar con ese conocimiento sobre el animal no lo podemos sustraer al resto de la biosfera, a su papel en la sociedad y al entorno agrario inmediato en el que está inmerso.

Esto nos coloca frente a la urgencia de transformaciones importantes en la construcción de los planes de estudio y en la necesidad de que los profesores revisen su manera de aproximar problemáticas importantes que, en prin-

cipio, no parecen tener nada que ver con los cursos bajo su responsabilidad. Esto quiere decir que los profesores revisen la forma de desplegar el conocimiento condensado en cada curso del currículo.

Cuando nos paramos como profesores frente a los estudiantes, tenemos una tarea inmediata: construir un puente que nos comunique. Ese puente es el conocimiento. *Nuestro papel es hacerlos llegar a él, pero no a un conocimiento cualquiera, sino a aquel que los forme con solvencia como profesionales de un campo dado. A diferencia de la primaria o la pre primaria, cuando quien imparte los elementos para la formación del alumno es una sola persona, hacia adelante, la expansión del conocimiento obliga a que cada profesor sea alguno entre varios identificables por el tipo de saber que manejan. Esa concurrencia de saberes está determinada por el tipo de profesional que se quiere formar y que, por consiguiente, se refleja en el plan de estudios. La idea es formar un tipo de profesional que irá a desempeñar un quehacer específico, desde donde, por supuesto, se identifican los saberes necesarios para ese quehacer, y ellos se concretan en el plan de estudios que se ha de desarrollar por un grupo de profesores relacionados con esos saberes. Por supuesto, cada Universidad establece, como entidad concreta, y a través de sus profesores, algunas diferencias, muchas veces muy importantes, en cuanto a sus planes de estudio, o en algunos énfasis, lo que les da un toque de identidad a sus profesionales. Esto puede obedecer a las características del medio en el que se desenvuelve la universidad, o a las perspectivas de quienes la dirigen.*

Cuando realicé mis estudios, el énfasis era en ganadería vacuna, pero la producción animal ha cambiado profundamente durante el último medio siglo, cuando fueron tomando gran

importancia la avicultura y la porcicultura. Últimamente tiene un gran valor el espacio urbano, y las mascotas han adquirido una gran relevancia. Todo esto se refleja en los énfasis que las facultades van dando a sus carreras, y aun en la forma misma de abordar la enseñanza. L. C. Villamil (2010),² lo señala de la siguiente manera: “En la práctica los créditos asignados, y, por ende, las horas destinadas a los enfoques poblacionales en la formación del Médico Veterinario, son proporcionalmente bajos en relación al modelo individual y monocausal”. Como se expondrá más adelante, consideramos que esta problemática es real, pero no se trata de horas dedicadas a un modelo, sino de una incorporación transversal.

Por supuesto, todas las referencias están dadas para la formación en pregrado. *Pero en el caso de las profesiones pecuarias surge otro aspecto muy particular, que exige hacer una delimitación en cuanto al objeto de trabajo específico del profesional, lo que nos obliga a reconocer una particular complejidad.*

En primer lugar, hay que reconocer que se trabaja con dos conjuntos de aspectos que tienen demanda social, y que a pesar de que se puede reconocer una cierta identidad académica fundacional, en la práctica no siempre se reconoce. En efecto, la primera escuela de Veterinaria como tal aparece en Francia (Lyon) en 1761, pero el nombre y el oficio venían desde la antigüedad grecorromana. La Zootecnia, en cambio, que también nace como profesión oficialmente en Francia (Versalles), se desarrolla como doctrina de la producción animal, en 1848, pero ya

2 Villamil, L. C. 2010. Apuntes para la reflexión: retos y desafíos de la educación Veterinaria en el contexto del siglo XXI. *Rev. Colombiana de Ciencias Veterinarias. Órgano de divulgación de la Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias. Vol. 1 (2): 58-75.*

el Conde de Gasparin, un lustro antes, la había denominado Zootecnia. Aunque para muchos sea difícil reconocerlo, este desfase en el tiempo para lograr su identidad se explica por las diferencias mayores en su objeto de trabajo, pues si bien es claro que ambas trabajan con los animales domésticos, *una, la Veterinaria, tiene como referente al animal como objeto real o potencial de patologías; y la otra, la Zootecnia, se ocupa del animal como objeto de producción, es decir, parte del animal sano en la perspectiva de fuente de alimento, fuerza de trabajo y materia prima para el vestido, principalmente.*

Es claro que en ambos casos se está hablando de carreras técnicas, aunque el término tecnocientíficas, dé una mejor idea de lo que busca la formación profesional, para la cual pudiéramos decir más bien, formación en técnicas con conocimiento de sus bases científicas, lo cual implica que el estudiante en formación llega a conocer la manualidad de la técnica, pero sobre todo, el porqué, el para qué y el dónde, se debe utilizar esa técnica.

Esto es particularmente importante porque, con frecuencia, la novedad y la promoción publicitarias de la técnica nos mueven a su aplicación, sin reparar en consideraciones de tipo fisiológico, genético, económico, y aun ambiental.

En rigor, la formación de las carreras técnicas se asienta sobre la analítica, partiendo, por supuesto, de la formación en campos generales como la Física, la Química, la Matemática, y quizás la Sociología y la Historia. Se entra luego en los campos más específicos, en un proceso de derivación hacia abajo, a partir de definir claramente el quehacer profesional, que nos debe mostrar sobre qué elementos debe construirse para lograr su solidez

conceptual y práctica. Es claro, por ejemplo, que la técnica del diagnóstico exige un buen conocimiento en Semiología, y este, un buen conocimiento en Fisiología, y este, a su turno, un buen conocimiento en Bioquímica; y así podemos trazar la escalera hacia abajo también de la técnica terapéutica, etcétera, y por supuesto, una familiarización, también *analítica, con el gran desarrollo instrumental inherente a la técnica.*

Pero otro es el caso de la Medicina Preventiva, la Salud Pública, el mejoramiento genético, las responsabilidades en la alimentación humana, tópicos estos —y otros más— que requieren superar la simple analítica reduccionista mecánica, y pasar a un análisis funcional global, y en este punto precisamente se entra en el terreno de la transdisciplinariedad y la transversalidad.

Sea el momento para definir claramente qué se entiende en este texto por transdisciplinariedad y por transversalidad.

En ambos casos se hace referencia a aproximaciones al conocimiento que desborda el que se ofrece a partir del conjunto de los cursos específicos referidos a un plan de estudio para una profesión concreta. En el caso de la “transdisciplinariedad” se hace relación a la necesidad de unirse a otras disciplinas para abordar con propiedad un problema que aunque aparece como propio de la disciplina, la desborda, y se hace entonces necesario concurrir a su estudio con otras disciplinas. Entre otros ejemplos, la Salud Pública es muy ilustrativa, por cuanto es un tema muy importante para la Veterinaria, pero esta sola resulta insuficiente para tratarla con seriedad.

La “transversalidad”, de otro lado, se entiende como una forma operativa de introducir en el proceso pedagógi-

co conocimientos que direccionan la formación profesional hacia un ejercicio con ciertas orientaciones hacia las relaciones con el contexto en el que se está ejerciendo. No se trata de cursos concretos, sino de elementos que hagan posible esa contextualización, y que pueden y deben ir en cada curso que lo haga posible.

Estos dos conceptos operativos curricular y profesionalmente nos alertan sobre la necesidad de reconsiderar la idea, tan en boga, de la neutralidad de la ciencia y la exclusiva preocupación por los dictados de la deontología para el ejercicio profesional. No es suficiente pensar solamente en la regla deontológica del "servicio al bien del enfermo"³, en el caso de la Veterinaria, o el servicio al bien de la producción animal, como puede decirse para la Zootecnia, parafraseando a Laín Entralgo. En efecto, si bien la mirada primaria que resulta de la estructura analítica de los planes de estudio tradicionales tal como lo hemos referido, dan un buen dominio de los procesos técnicos como tales, estos resultan insuficientes y hasta malformadores, profesionalmente hablando, en tanto el mundo ha entrado, en el último medio siglo, en un proceso de transformación que desde la pura mecánica de la técnica, parece conducirnos "solamente" al bienestar, pero que nos está llevando, en realidad, a una deriva socio-ambiental de gran magnitud que nos debe alertar en cuanto a los derroteros que deben alumbrar el ejercicio profesional, y por consiguiente, la formación del profesional, para que pueda desempeñarse adecuadamente, asumiendo las responsabilidades que imponen las nuevas perspectivas de la sociedad y del Planeta.

Se quiere decir que es necesario plantearse una superación de la relación simple profesional/animal, para movernos a aspectos acordes con las realidades actuales que han puesto frente a nosotros las grandes transformaciones que las crisis ambiental, social, económica y hasta política han denudado.

En esta perspectiva puede considerarse en principio que el ejercicio profesional debe darse al menos bajo dos contextos y cuatro principios, y por ende estos aspectos deben entrar a formar parte del plan de estudios en la modalidad, principalmente, de la transversalidad.

Los dos contextos son el de la naturaleza y el de la sociedad; los cuatro principios son:

1. El principio del arsenal técnico,
2. El principio del costo biológico,
3. El principio de la comunidad vs. el individuo, y
4. El principio de la tropicalidad.

Contextos

1. El contexto de la naturaleza implica que se replantee la idea dominante de que la producción animal parte de la afirmación de que el animal doméstico es un organismo vivo sustraído de la naturaleza y que requiere de un entorno artificial sin el cual no es posible la producción. Es cierto que la calidad de "doméstico" supone una cierta dependencia del ser humano, además de la capacidad de reproducción en cautiverio; pero también es cierto que los niveles de artificialización del entorno, como exigencia del alto nivel de selección genética, han llegado a un punto tal que le permite a G. Can-

3 P. Laín Entralgo. 1984. Antropología médica. Salvat Editores. Barcelona. P. 437.

guilhem⁴ escribir que “este material animal es una fabricación humana, el resultado de una segregación constantemente vigilada.... Y, por consiguiente, el estudio de tal material biológico, donde aquí como en otro lado los elementos son dados, es al pie de la letra el de un *artefacto*”. Pero además puede decirse, que el producto de los intensos procesos de producción, de homogenización del genoma, e inclusive de procesos de transgénesis, llega a estar tan alejado de la “naturaleza” donde se originó, que pertenece ya a una “paranaturaleza”, o a una segunda naturaleza, a tal punto que paralelamente a la intensidad del proceso selectivo hay que establecer un entorno completamente controlado y uniforme. Solo en condiciones de uniformidad se puede certificar la superioridad mejorante o explicar sus desajustes por condiciones de diferencias en el medioambiente.

Entonces, hay que preguntarse, para el caso del contexto naturaleza, hasta qué nivel hay que llevar un proceso de mejoramiento genético en concurrencia con las condiciones de control ambiental; pero además, tal como lo señala C. A. Serrano (2010)⁵, hay que tener en cuenta los riesgos de homogenizar el genoma buscando cada vez más concentrar las características zootécnicas de interés para la humanidad frente a la pérdida de biodiversidad, tan importante en “la flexibilidad en el sistema disipativo de la especie, para lograr responder a los cambios que el medio-ambiente le ofrece”.

En este mismo sentido del contexto de la naturaleza, además del muy grave problema que se acaba de señalar y que se desprende de la intervención sobre el genoma mismo del animal y sobre las exigencias concurrentes de control estricto del entorno inmediato, va también el daño que sobre la biodiversidad provoca el despliegue de estas poblaciones homogenizadas, en tanto van a reemplazar a especies biodiversas que son desalojadas a favor de las que son preocupación del aparato técnico de producción. En este caso, entra en juego un aspecto adicional. Las especies animales mejoradas por sí mismas suelen explotarse en espacios reducidos —en confinamiento, se dice—. En tal caso, se supondría que es más bien poca la cantidad de especies biodiversas desplazadas; sin embargo, una de las exigencias de los animales sometidos a la selección genética es la de los requerimientos nutricionales especiales, lo cual implica la producción de alimentos balanceados para suministrar en condiciones de confinamiento, a base, predominantemente, de granos. Dicha producción reclama grandes extensiones de monocultivos de cereales y leguminosas, que por supuesto atentan de la misma manera contra la biodiversidad, y generalmente esas mismas plantas son el fruto de técnicas de fitomejoramiento por selección genética y procesos de transgénesis. Se entiende entonces que la biodiversidad es golpeada de dos maneras: al interior del genoma de las especies explotadas, por homogenización de su dotación genética; y en el exterior de estos grupos de animales o vegetales que sustituyen porciones importantes de espacios antes biodiversos.

En este punto conviene anotar el peso de la biodiversidad, que juega un importante papel en la termodinámica del Planeta y en el proceso de reciclaje de la materia en la dinámica de la biosfera.

4 Canguilhem, G. 1976. El conocimiento de la vida. Barcelona: Editorial Anagrama. p. 29.

5 C. A. Serrano N. 2010. Responsabilidad social de la biotecnología reproductiva en Veterinaria bajo el marco de una bioética global. Rev. De Medicina Veterinaria y Zootecnia. Órgano de la Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias. Bogotá. Vol. 1 (Nº 3): 30-38.

2. *El contexto de la sociedad nos llama la atención sobre el trato del profesional a los animales en función del bienestar social. Del lado de la Veterinaria es muy importante el tema de la Salud Pública en los aspectos de epidemiología y en el de zoonosis. En estos casos se apela a la doctrina de “una salud” que reconoce y exalta la unidad existente en la lucha contra las patologías que muestran el elemento biológico de base que une al hombre con las restantes especies animales. Pero además, es de mucha importancia la consideración de la contribución en la cadena producción-consumo de alimentos, y en la industrialización-almacenamiento-transporte de los mismos.*

Del lado de la Zootecnia tienen particular importancia dos aspectos: en primer lugar, la competencia por el alimento que las especies animales explotadas en forma intensiva tienen con el del humano. Esto es particularmente grave sobre todo en herbívoros como los vacunos, ovinos, caprinos, equinos y lepóridos, caso en el que se sustituye su alimento originario, las pasturas, por cereales o leguminosas para uso humano. Esta competencia en la demanda, es utilizada por las pocas transnacionales que manejan el mercado mundial de granos, para manipular a su favor el precio de los mismos y en contra de la humanidad, al hacer más difícil el acceso al alimento de un grupo poblacional donde cerca de la mitad vive en estado de subnutrición o cerca a la línea de pobreza; en segundo lugar, por el hecho de aumentar un eslabón más en la cadena alimenticia de grano de cosecha → animal → hombre, por los procesos termodinámicos inherentes, se pierde una gran cantidad de energía alimentaria, y también, de proteína alimentaria.

Otro aspecto fundamental dentro del contexto de la sociedad es el reconocimiento en el proceso de formación profesio-

sional de las características socioeconómicas y las consecuencias políticas de la “tenencia de la tierra”, sobre todo por el papel que la casi totalidad de la ganadería vacuna de carne, tanto en cría como en levante y ceba, juega en este proceso. El profesional debe tener claro las implicaciones de esta situación en el tipo de servicio profesional demandado, y la orientación que este debe tener a la hora de su desempeño.

A manera de sumario en el aspecto de los contextos, hay que decir que en la enseñanza de la Veterinaria no se trata únicamente del manejo de la patología animal, sino además, de las relaciones de esas patologías y sus tratamientos con la sociedad y los ecosistemas. En la enseñanza de la producción animal no solo es la manualidad de la técnica, sino además, sus implicaciones socioeconómicas y ecosistémicas.

Principios

1. El principio del arsenal técnico

La homogenización derivada del arsenal técnico-mecánico supone el predominio de la “última técnica” — la innovación— sobre las anteriores, mientras la diversidad inherente a la vida, en respuesta a la variabilidad del entorno, exige también la heterogeneidad de las técnicas, y en consecuencia, la necesidad de un arsenal técnico.

El peso que el desarrollo técnico tiene sobre el mundo actual, sobre todo a partir de las nociones de progreso en el siglo XVIII, cuando se da la revolución industrial y, *concomitantemente, la revolución agrícola; y luego, en la segunda mitad del siglo XX —cuando aparecen los conceptos económicos de innovación y de vínculos hacia adelante y hacia atrás, que entra en la atadura del sector primario de la economía (la agricultura), al sector secundario (la industria)—, se pierde*

la distinción tan importante sobre la que había insistido la Ilustración al oponer el “Organismo” al “Mecanismo” cartesiano, para dar paso a la Revolución Verde, que de nuevo vuelve a asimilar las técnicas sobre lo vivo a las técnicas mecánicas. Además de ese peligroso proceso de homogenización genómica y mecanización de los procesos agrícolas que caracterizaron la Revolución Verde, se fue imponiendo la idea tan destacada de la Innovación, que permeó también la agricultura y la hizo depender de la Tecnoeconomía. En este sentido la formación profesional destacó la importancia de la aplicación de la “última técnica” para obtener mayores rendimientos económicos. Ese sentido tan promocionado de la Innovación hizo perder la importancia que para la agricultura tienen los contextos de la naturaleza y de la sociedad, que precisamente obligan a pensar en la heterogeneidad biofísica, climática y social dentro de las que se desenvuelve la producción con seres vivos, lo cual obliga a disponer de un “arsenal de técnicas” para lograr un mejor “acoplamiento estructural”, y en consecuencia, una producción ecológicamente sostenible. Con esto se quiere decir que, a diferencia de la producción con objetos inertes, donde cada nueva técnica tiende a sustituir a la anterior, en producción con seres vivos cada nueva técnica aumenta el arsenal disponible. Esto nos lleva al segundo principio.

2. Principio del Costo Biológico

Hay que considerar, que lo que debe tenerse en cuenta en la producción agrícola, es la cantidad de producto biológico obtenido por unidad individual poblacional de los seres vivos explotados, o por unidad de superficie que intervenga en el proceso.

La Tecnoeconomía, tal como se había señalado anteriormente, entró a orientar también la producción con seres vivos,

y esta comenzó a medirse con sus rendimientos crematísticos, como cualquier proceso mecánico-industrial o comercial. Esta consideración es muy importante, porque es a través del comportamiento biológico como se obtienen los excedentes que dan cuenta de la creación de riqueza. Esta concepción que se origina en una mirada fisiocrática, si queremos mantener un lenguaje propio del discurso económico, tiene en cuenta las importantes diferencias en la eficiencia dentro de los procesos biológicos en sí mismos y con los procesos mecánico-industriales.

Convencionalmente, se acepta la definición de Costo dada por Napoleoni⁶: “El costo que soporta una empresa para producir cierta cantidad de bienes es la suma de los valores de cada uno de los factores empleados en la producción”. Sin embargo, una teoría de los costos que es meramente económica, puede ser lógicamente clara en los procesos mecánicos de producción, pero no puede serlo en los procesos biológicos de producción, donde hay que recuperar la concepción fisiocrática que dice que lo único que produce excedentes es el proceso agrario. En un estudio⁷ realizado para entender este concepto de la ortodoxia económica, que hace relación a las realidades de la producción mecánico-industrial a partir del criterio de “Costo Total Mínimo”, tal como se desprende de la cuantificación crematística del producto y de los valores de los precios de los factores para llegar entonces a una “cantidad óptima” de cada factor, según se entiende la ortodoxia económica en la producción de objetos inertes, se

6 Napoleoni, C. 1982. Costo. En *Diccionario de economía política*. Dirigido por C. Napoleoni. Valencia: Editorial Alfredo Ortells. (2 tomos). Tomo I. p. 370.

7 Estrada, H. & Gómez, L. J. 1985. *Introducción al análisis de la estructura económica de la empresa pecuaria. Caso: bovinos de carne, actividad de cría*. Facultad de Ciencias Humanas y Económicas. Universidad Nacional. Sede Medellín.

encontró que la producción agraria y particularmente la pecuaria, tiene complejidades que le confieren una importante especificidad, no abordable adecuadamente desde la ortodoxia económica.

Tal especificidad se desprende de cuatro particularidades, a saber:

1. La importancia variable del recurso tierra, según se asienten en ella producciones intensivas o extensivas, con lo que la proporción entre tierra-capital y tierra-materia, va incrementándose al moverse de la extensiva a la intensiva.
2. Los animales pueden actuar como bienes de producción o como bienes de consumo.
3. La condición capital vivo, implica la de ser un capital heterogéneo compuesto de animales de distinto sexo, edad y estado fisiológico, y
4. La particularidad del fenómeno de autorreposición propia del capital vivo, en buena parte de las empresas de producción pecuaria.

Un par de consideraciones más, nos permiten reconocer el verdadero sentido del Costo Biológico en lugar del Costo Crematístico.

Al aplicar la tecnología a la producción con seres vivos se produce una modificación en la potencialidad productiva en la población animal explotada, ya que a diferencia de la producción con objetos inertes, los seres vivos operan dentro de un entorno con el cual interactúan ineludiblemente, el cual afecta positiva o negativamente sus rendimientos, que de todas maneras varían dentro de marcos funcionales no expansibles a voluntad. Esto explica precisamente que en la producción pecuaria, a diferencia de

la producción industrial, los avances técnicos deban utilizarse en consideración con las limitaciones ecológicas y fisiológicas. De ahí que cada nueva técnica se constituya en una nueva alternativa, sin que pierdan vigencia las técnicas anteriores, tradicionales o no, según se explicó en el “Principio del arsenal técnico”.

La segunda consideración va en el sentido de la característica del Capital-vivo, de ser heterogéneo; y por tal razón, para producir crías se tienen que tener tanto animales en actividad productiva (p.ej. vacas preñadas, vacas en lactancia), como animales en inactividad productiva (p. ej. vacas vacías, vacas secas), y esa proporción es muy determinante de su costo biológico. En cambio, en la actividad industrial se pueden, y en efecto se deben tener todas las máquinas en operación.

3. Principio del grupo vs. el individuo

En el caso de los animales de producción, la relación veterinario/paciente, debe tomarse en la perspectiva de grupo, de tal manera que, sobre todo en reproducción en vacunos y porcinos, y en el caso de la avicultura, el rebaño, la piara y el galpón deben ser los objetos de aproximación; mientras en animales de compañía, de deporte o de lujo, el individuo es el objeto de atención. En el caso de la Zootecnia la perspectiva no puede ser sino poblacional.

Dicho en otros términos, en el caso de animales de producción el examen clínico debe hacerse en la perspectiva poblacional, lo que no suele ser aplicable al animal de compañía, de lujo o de deporte. El caso más notable para animales de producción es, seguramente, la avicultura, pero debe llamarse la atención para el caso de la reproducción en vacunos y porcinos.

4. Principio de la tropicalidad

La vida es un bucle recursivo que transforma constantemente materia inorgánica en materia orgánica y, de nuevo a materia inorgánica, mediante la energía radiante del sol, como fuente básica que, por fotosíntesis, se transforma en energía de enlace químico que entra a la corriente de circulación endosomática.

Este principio debe ser considerado de gran importancia, porque un fenómeno de tanta trascendencia en términos de producción agraria, que está oscurecido y hasta ignorado por completo en razón del predominio de los textos de países estacionales y de la promoción desbordada de la Revolución Verde, con sus técnicas de confinamiento, uso de agroquímicos, homogenización del genoma, promoción de razas de países no tropicales, está provocando una grave pérdida de biodiversidad.

La Revolución Verde se constituye sobre tres elementos, a saber:

1. Escogencia de un número muy limitado de plantas de alta productividad productiva. El grueso de estas plantas pertenecen al grupo de las llamadas por F. Braudel "Plantas de Civilización"⁸.

Esto significa que se opera contra la biodiversidad.

2. Aplicación de técnicas de manipulación genética, y, en consecuencia, deterioro de la relación genoma-entorno, que se pretende reparar homogeneizando el medioambiente.

Hay, pues, una homogeneización de genoma y medioambiente.

3. Se da una fuerte vinculación del sector primario de la economía al sector secundario.

Es decir, se opera una fuerte ligazón entre la agricultura y el aparato industrial.

Estas características condujeron a un aumento de la producción de granos que se ha estimado, entre 1950 y 1984, de 250%, lo cual implica, por supuesto, un incremento muy notable de energía alimentaria —energía endosomática—, pero que procedía en realidad de energía fósil. Algunas investigaciones⁹ concluyen que la Revolución Verde aumentó el flujo de energía invertida en agricultura en una media de 50 veces la que no procedía de la energía solar. El geólogo D. A. Pfeiffer (2003)¹⁰, descompone el consumo de la energía agrícola como sigue:

31% fabricación de fertilizantes	13% aumento de ganadería (sin incluir la alimentación)
19% funcionamiento de maquinaria agrícola	5% secado de cultivos
16% transporte	5% producción de pesticidas
13% regadíos	8% otros gastos.

Se entiende, desde la termodinámica física y desde la biológica, que no puede haber una correspondencia directa entre energía entrante y saliente, de tal manera que el aumento de energía contenida en el producto alimen-

8 Braudel, F. 1984. *Civilización material, economía y capitalismo, siglos XV. XVIII*. T. 1. Las estructuras de lo cotidiano: lo posible y lo imposible. Madrid: Alianza Editorial. p. 78.

9 Giampietro, M. & Pimentel, D. 1994. *The Tightening Conflict: Population, Energy Use and the Ecology of Agriculture*. Carrying Capacity Network.

10 Pfeiffer, D. A. 2003. *Comiendo combustibles fósiles*. The wilderness publications.

ticio es mucho menor que la energía exosomática no-solar incorporada al proceso agrícola tecnificado, que es un extraordinario negocio para el aparato industrial que produce para el sector agrícola.

Sin embargo, vale la pena reconocer y hacer uso muy intenso de las características propias del trópico. Estas son:

1. La Tierra es un cuerpo frío en su superficie que recibe calor intenso desde el sol, de manera tal que se forma un gradiente que permite la transferencia de ese calor.
2. Las formas relacionales del sol y la Tierra, —inclinación sobre el eje vertical, la rotación sobre sí misma, la condición elíptica de la trayectoria de traslación—, explican que sobre la zona tropical se proyecte entre 2/3 y 5/6 de toda la energía calórica solar que llega a la Tierra.
3. La sección de la esfera terrestre que intercepta la radiación solar tiene la forma aproximadamente de un círculo de 12.735 km de diámetro y más de 127 millones de km² de sección; la radiación que constantemente recibe equivale a 174×10^{15} watts; pero 1/3 de esa radiación se refleja y reemite a la atmósfera y a las nubes, y otra fracción pequeña se absorbe en la propia atmósfera, así que solo la mitad de la que es enviada desde el sol llega a nivel del mar.
4. La energía total emitida por el sol alcanza en la Tierra 136,8 milliwatts/cm² (1368 watts/m²), lo que equivale a unas dos (2) calorías/g/cm²/minuto. Este flujo es llamado “constante solar”, aunque varía con la distancia al sol y al estado mismo del sol.

5. Realmente, medidos en el suelo en un día soleado, van de 50 a 1250 watts/m², de acuerdo al ángulo entre la vertical local y la dirección de los rayos solares. Los valores varían entre un máximo de 220 kcal/cm²/año (292 watt/m²) en el Sahara Oriental y 100 watt/m² en las regiones polares. A nivel de latitudes medias (40°) la radiación integrada queda entre 130 y 190 watt/m².

Es dentro de este marco físico energético donde ha surgido y evolucionado la vida, en presencia además de agua, sustancia con un índice calórico característico, como otro elemento indispensable que ha hecho posible las muy variadas expresiones de la vida sobre el Planeta.

Un aspecto que nos atañe directamente es el de la vida en el trópico, según lo hemos descrito anteriormente. En el caso particular del trópico húmedo el proceso de evapotranspiración resulta ser una dinámica muy efectiva de degradación de energía. Se sabe que cada gramo de material fotosintetizado requiere de 200 a 500 gramos de agua transpirada, y cada gramo de esta tiene un gasto de 2.500 joules (1, julio = 0, 239 cal., o 1 caloría = 4,18 joules) de energía. En este orden de ideas, hay que decir que la evapotranspiración es la principal vía disipativa en los ecosistemas terrestres. Pero esto no es un proceso homogéneo para toda forma de vida fotosintetizadora, sino que se puede establecer un vínculo causal entre riqueza de especies en general y evapotranspiración anual potencial.

Hay que entender que la gran cantidad de material fotosintetizado, que en últimas es fruto de la temperatura y la humedad, implica un alto metabolismo de todo el biosistema, lo que explica el rápido reciclaje de materia en razón de la alta exergía, que hace

posible la cantidad de insectos, arácnidos, fitófagos y zoófagos; de mamíferos herbívoros, carnívoros, de hongos y bacterias heterótrofos. Esta dinámica de los flujos de energía en las condiciones tropicales también explica la calidad de los suelos con un mínimo de materia orgánica inerte y nutrientes en general, pero que soportan una gran cantidad de materia viva.

Pero es conveniente plantearse el aspecto termodinámico de la fotosíntesis, en tanto la condición de Trópico de nuestro país da extraordinarias ventajas en la producción agraria, que es muy importante reconocer en sus bases para orientar adecuadamente la producción animal en nuestro caso y lograr las extraordinarias ventajas de la disponibilidad de energía solar abundante.

En la perspectiva del trabajo de fotosíntesis cabe señalar que la primera ley de la termodinámica — la de la indestructibilidad de la energía—, en términos de trabajo (W) se puede formular de la siguiente manera:

“En todo proceso en el que se cede un calor (Q) al sistema y este realiza un trabajo (W), la energía total transferida a dicho sistema es igual al cambio en su energía interna (ΔU). Así,

$$Q - W = \Delta U = U_f - U_i$$

Lo que significa que al final del proceso las proporciones entre calor Q y trabajo W , como las dos formas en que se transfiere energía del entorno al sistema o viceversa, dependerán fundamentalmente de la cantidad y eficiencia en el trabajo realizado.

De esta manera, la energía solar, fotónica, que llega a la Tierra, puede transferirse solo como calor o generar un trabajo que disminuya el predominio de la forma calórica de la energía

final. En este caso el trabajo es el de la fotosíntesis, lo que implica que a mayor tamaño del aparato fotosintetizador (más área verde y más diversificada), mayor transformación en trabajo y menos en calor final.

Cuando se habla de fotosíntesis como trabajo en un proceso termodinámico, se habla de la vida que se reconoce como un proceso neguentrópico, es decir, mantiene un orden funcional y arquitectónico a partir de incorporar energía de baja entropía desde el entorno y expulsar la alta entropía que se genera en la dinámica del sistema vivo, al entorno, mediante estructuras disipativas; esto es, se trata de un sistema termodinámicamente abierto y que opera lejos del punto de equilibrio (sistemas en cuasiequilibrio).

Schneider y Kay¹¹ han planteado una manera de ubicar la exposición puramente termodinámica, es decir, desde la Física, en el campo de la Biología mediante un principio análogo al de Le Chatelier en Química y que enuncian así:

“Si un sistema es desplazado del equilibrio utilizará todas las vías disponibles para contrarrestar los gradientes aplicados. Conforme se incrementan estos gradientes, se incrementa también la capacidad del sistema para oponerse a un alejamiento ulterior del equilibrio”.

Y la Tierra como un sistema termodinámico abierto con un intenso gradiente impuesto por el sol, obligará al sistema a reducir este gradiente, echando mano de todos los procesos físicos y químicos a su alcance. En es-

11 Schneider, E. D. & Kay, J.J. 1999. Orden a partir del desorden: la termodinámica de la complejidad en Biología. En *La Biología del futuro (¿Qué es la vida, cincuenta años después?)*. Barcelona: Tusquets Editores. pp. 221-238.

tas circunstancias, los sistemas vivos se constituyen en sistemas disipativos lejos del equilibrio, con un gran potencial para reducir gradientes de radiación planetarios. Dentro de estos sistemas vivos el bosque tropical tiene como particularidad que lo distingue claramente de los bosques hacia el norte y hacia el sur de esa franja tropical, su gran diversidad y notable capacidad de producción primaria bruta por unidad de tiempo y de área. Se entiende que esta diversidad responde precisamente a la necesidad del sistema de reducir los gradientes de energía solar. Esto se ha demostrado mediante procesos de simulación, en los que se encuentra que cuando se transforma un bosque húmedo tropical en pastizal, hay aumentos de temperatura que pueden llegar a 2,5 °C en el aire y 3,5°C en el suelo; y del lado de la evaporación ocurre una disminución entre 30 y 50%, y de la precipitación entre 20 y 26%.

En el conjunto, estas características hacen que el Planeta sea el soporte de un biosistema con dos condiciones propias:

1. Una fuente y cantidad constante de energía solar, cuya incidencia se da en un ciclo físico (astronómico) homogéneo —días y noches iguales a lo largo del año—, y
2. Un rápido reciclaje de materia (trabajo) en razón de la amplia disponibilidad de energía y biodiversidad.

Hay que entender sin embargo, que la agricultura es, por supuesto, una simplificación del biosistema general, en tanto se trata de privilegiar unas plantas, —las cultivadas—, y unos animales —los domésticos—, sobre las silvestres y los salvajes, respectivamente. Se entiende también que bajo tales circunstancias de producción agraria, la heterogeneidad del aparato fotosintetizador silvestre se resiente, pero puede mantenerse un muy buen nivel de biodiversidad que junto al de potencialidad productiva de los animales y plantas mejoradas se puede mantener y hasta aumentar la cantidad de energía captada en forma de trabajo (fotosíntesis). Esto debe mantener una buena capacidad de disipación del calor para mejorar las condiciones ambientales de los animales de pastoreo y el valor nutricional de las praderas.

Debe quedar clara la importancia de la biodiversidad en las pasturas y otros cultivos, de ahí que prácticas como la del silvopastoreo, y en general la agroecología, tengan un gran valor; y correspondientemente, en este marco de la biotermodinámica, produzcan efectos negativos las prácticas de la Revolución Verde.

Toda esta propuesta, que tiene elementos aparentemente dispersos, apunta a motivar una reflexión sobre la necesidad de enriquecer la enseñanza del cuerpo fundamental del currículo mediante la entrega de elementos que ayuden a reconocer que la práctica no puede seguirse pensando como un ejercicio neutro.

Referencias

1. Braudel, F. 1984. *Civilización material, economía y capitalismo, siglos XV-XVIII*. T. i. Las estructuras de lo cotidiano: lo posible y lo imposible. Trad. por Pérez-Villanueva, I. Madrid: Alianza Editorial.
2. Canguilhem, G. 1976. *El conocimiento de la vida*. Trad. por Cid, F. Barcelona: Anagrama.
3. Estrada, H. & Gómez, L. J. 1985. *Introducción al análisis de la estructura económica de la empresa pecuaria. Caso: bovinos de carne, actividad de cría*. Facultad de Ciencias Humanas y Económicas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.
4. Giampietro, M. & Pimentel, D. 1994. *The Tightening Conflict: Population, Energy Use and the Ecology of Agriculture. Carrying Capacity Network*.
5. Laín Entralgo, P. 1984. *Antropología Médica*. Barcelona: Salvat Editores.
6. Napoleoni, C. 1982. Costo. En *Diccionario de Economía Política*. Dirigido por C. Napoleoni. Trad. por Blasco, J., Iranzo, M. A. y Ortega, P. Valencia: Editorial Alfredo Ortells. (2 tomos).
7. Pfeiffer, D. A. 2008. *Comiendo combustibles fósiles. The wilderness publications*.
8. San Miguel de Pablos, J. L. 2010. *Filosofía de la naturaleza (La otra mirada)*. Barcelona: Editorial Kairós.
9. Schneider, E. D. & Kay, J. J. 1999. Orden a partir del desorden: la termodinámica de la complejidad en Biología. En *La Biología del futuro. (¿Qué es la vida, cincuenta años después?)*. Editado por Murphy, M. P. y O'Neil, L. A. J. Trad. por García, A. Barcelona: Tusquets Editores.
10. Serrano N., C. A. 2010. Responsabilidad social de la biotecnología reproductiva en Veterinaria bajo el marco de una bioética global. Bogotá: *Revista Colombiana de Ciencias Veterinarias. Órgano de la Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias*.
11. Villamil, J., L. C. 2010. Apuntes para la reflexión: retos y desafíos de la educación veterinaria en el contexto del siglo XXI. Bogotá: *Revista Colombiana de Ciencias Veterinarias. Órgano de la Academia Colombiana de Ciencias Veterinarias*.