

INTERDISCIPLINARIEDAD

El caso de la Paleontología*

Richard A. Fariña
Departamento de Paleontología
Instituto de Geología y Paleontología
Facultad de Ciencias

Introducción

El mero crecimiento del conocimiento, aparte de otras razones, ha hecho que la especialización creciente sea un rasgo de la actividad científica. Esa especialización creciente hace muy difícil el diálogo entre disciplinas y también la conversación y el trabajo conjunto entre gente con distintas especialidades. Sin embargo, si uno vuelve a mirar la historia de la ciencia ve que buena parte de los grandes avances, como la bioquímica del siglo XX, la informática, etc. son encuentros entre disciplinas. Por lo tanto, nos centraremos en los problemas y las posibilidades de la interdisciplinariedad, en cómo los investigadores de la Facultad de Ciencias preocupados por eso encuentran, dentro de la masa enorme de información especializada, maneras de hacer diálogos entre disciplinas, que suelen ser de lo más fructíferas.

El tema central sobre lo que voy a exponer tiene que ver con eso de la búsqueda de caminos comunes a más de una disciplina. Yo soy paleontólogo y por lo tanto me dedico a estudiar seres que habitaron en el pasado. Cuando un paleontólogo dice pasado quiere decir algo muy grande y generoso en la medida del tiempo. Frecuentemente suelo hacer una **analogía** muy ilustrativa.

La edad de una persona que tiene veinte y pocos años equivale a la distancia que hay entre los dedos índice y pulgar, bastante próximos en realidad, poquito más de un par de centímetros. Sin embargo, aquellas personas con veinte y pocos años consideran que han vivido varias cosas, por ejemplo atravesaron con éxito la escuela y el liceo, tuvieron novia o novio, salieron a bailar, votaron en elecciones, etc. Muchas de estas personas, por buenos motivos, consideran que sus veinte y pocos años están cargados de hechos, densos en información recibida y acumulada en el aparato cognitivo.

La edad de una persona de 90 años equivale a los mismos dedos de la mano un poco más distantes; cuando ese señor o señora era joven no existía la televisión, el fútbol era una rareza, las murgas habían sido inventadas recientemente.

Tomemos ahora la edad de nuestro país, basándonos en la Jura de la Constitución como principio; por lo tanto, son unos 170 años; esta medida cabe entre el pulgar y el índice bastante estirados, que son aproximadamente 17 cm.

Pensemos entonces en el viaje de Colón y todo lo que pasó entonces, los grandes imperios que cayeron y los que se crearon y volvieron a caer. Como por ejemplo los Aztecas, Incas y Mayas, que fueron derrotados con la llegada de los colonizadores europeos –del imperio español y portugués y después el imperio británico. Todo eso pasó en 50 cm.

* Versión corregida por el autor.

Pensemos en el nacimiento de Cristo, que equivale a la estatura de un basquetbolista más bien bajo. Todo lo que pasó desde que Cristo nació hasta ahora. De las tres grandes religiones del occidente actual sólo existía una, reducida a un pequeñísimo pueblo. Estoy hablando de la religión judía. El cristianismo, por definición, vino después y el Islam varios siglos más tarde todavía.

La antigüedad mínima para que un organismo sea llamado fósil es de 10.000 años, esos son 10 m. Pero esta es una antigüedad mínima, existen organismos más antiguos. Por ejemplo, la extinción de los dinosaurios equivale a la distancia desde Montevideo a San Luis, el nacimiento de la vida multicelular desde Montevideo hasta Bella Unión, las primeras células que se encontraron en Australia y tienen 3.800 millones de años, casi desde Montevideo hasta Bahía.

Esta analogía es un llamado a la reflexión, un poco en el sentido de que la percepción de un paleontólogo es muy diversa. Un paleontólogo es ya interdisciplinario esencialmente porque no trabaja con el organismo vivo sino con un organismo que está en cierto estrato terrestre y tiene que comprender, en mayor o menor medida de acuerdo a la subdisciplina a la que se dedique, la evolución de la corteza terrestre para saber interpretar su vida. La tercera punta del trabajo que me gusta, al cual me dedico y por la cual es multidisciplinario es el uso de la física. ~~Yo~~, pues utilizo para investigar la vida de los seres del pasado la biomecánica y en alguna medida la geometría.

¿Por qué digo que mi trabajo es **multidisciplinario**? Un trabajo multidisciplinario es distinto de uno interdisciplinario. Interdisciplinario es aquello que busca encontrar una nueva forma de encarar todas las disciplinas simultáneamente, por lo menos es así como yo lo veo. La creatividad siempre proviene de intentar aplicar los métodos de una disciplina en otra. Si se escribiesen los trabajos científicos en verso –suponiendo que hubiese editores suficientemente desprejuiciados– podrían considerarse correctamente expresados, pero para eso debería dominarse la técnica de otra disciplina, la versificación, la poemática o como sea que se llame. Quiero decir con esto que cuanto más culta es una persona mejor y esto no por obvio es menos cierto. Lamentablemente –o por suerte– las disciplinas modernas insisten en la profundidad y se apartan, por esa misma razón, de las otras. Esto que podría verse como un problema también brinda la oportunidad de encontrar puentes entre las disciplinas y de esa manera poder decir algo nuevo. Lo interdisciplinario es diverso.

Las hipótesis interdisciplinarias son efímeras. ¿Sin embargo qué es lo duradero y lo permanente? A mí me parece que lo permanente es la curiosidad que nos impulsa a seguir generando esas hipótesis que de antemano sabemos que son efímeras. También es efímera la vida humana pero, sin embargo, nosotros no reflexionamos del modo siguiente: ¿para qué voy a seguir viviendo si voy a morir después? Este es un pensamiento inconducente y la gran mayoría de nosotros lo creemos así, sino no estaríamos acá. Lo permanente entonces es esa curiosidad, que no cuesta mucho identificar su raíz cuando uno ve los documentales donde se observa al chimpancé agarrando algo y mirándolo, uno reconoce el gesto puesto que también es un primate, resulta fácil identificar los movimientos de los músculos activos que denotan esa curiosidad. Si tomamos otro mamífero, como por ejemplo un perro, también vemos como es capaz de sorprenderse ante las cosas que se le presentan en la vida. Ese mismo impulso tan profundo, tan biológico, ese afán de conocer el mundo, de interpretarlo, hacerlo más previsible, que forma parte tan intensamente vinculada a nuestra capacidad de supervivencia es la curiosidad y esta curiosidad es permanente. Así como ésta es permanente, también lo ha de ser

el rigor. Estas son la **dos fuerzas** que llevan adelante el proceso de la creación científica, libertad para crear y rigor para elegir.

Las preguntas que nos formulamos van a tener una respuesta transitoria que depende de las propias preguntas que nos hacemos. Es probable que las respuestas no cambien, pero necesariamente cambiarán las preguntas. Creo que en el proceso científico de creación, el énfasis está en formular las preguntas, aquellas que son los elementos que uno dispone en el momento en que es capaz de contestar. Volviendo a lo interdisciplinario, a lo implícitamente diverso, se trata de la formulación de preguntas nuevas que nadie se hizo antes. En mi caso particular, necesariamente nadie se las hizo porque ni a los biólogos ni los físicos se les ocurrió. Entonces cuando voy a los congresos de Física y presento mis resultados quedan todos alucinados, y en los congresos de Biología nadie puede discutir los métodos. ¡Es bárbaro!

Este planteo, hecho en forma jocosa, responde, sin embargo, a una realidad que dice que para alcanzar la interdisciplinaria hace falta construir un **lenguaje común**. Son diferentes las cabezas de un físico y un biólogo. Esto no es fácil porque las palabras no quieren decir lo mismo para uno y para otro, porque hay toda una cultura detrás de ello. Quiero enfatizar que la ciencia no es aquella actividad lógica que podría hacer la supercomputadora Azul Oscuro que le ganó en el ajedrez a Kasparov. La ciencia es una actividad humana y como tal está sujeta a todas las restricciones y a todas las grandezas que tenemos los humanos. En pocas palabras, se hace lo que se puede.

Y lo que se pudo en el caso particular de mi compañero en estas andanzas –Ernesto Blanco, físico él– y yo fue establecer esa comunicación, ese puente y provocar que esas culturas tan diferentes de las que provenimos se sumasen y diesen como resultado algo realmente novedoso. También cabe aclarar para aquellos que se sientan seducidos para empezar una actividad interdisciplinaria a partir de esta visión tan edulcorada que estoy dando, que las dificultades no son pocas. Convencer, en aquella cosa práctica, pedestre de conseguir algunas monedas para llevar adelante el trabajo de investigación, en realidad no está tan claro. Porque uno se postula y los financiadores de proyectos de biología quedan petrificados y al presentar el trabajo entre los proyectos de Física también hay dificultades, pero eso pasa con todo lo nuevo. También hay riesgos que hacen a algo en lo que no puedo ahondar mucho por no tener base suficiente y que tiene que ver con la sociología de la ciencia.

Una línea de investigación interdisciplinaria

Luego de esta introducción tan encendida en favor de la interdisciplinaria llega el momento en el cual comenzaré a explicar en lo que yo trabajo, para ejemplificar esto con un caso real. Entre otros temas, estudio en forma particular la fauna de grandes mamíferos que habitaron en Sudamérica hace sólo 10.000 años. O sea que estos organismos tienen la antigüedad mínima para ser fósiles. Hasta hace poquísimo tiempo en términos paleontológicos, habitó en nuestro continente y, dentro de él, también en Uruguay una fauna de mamíferos que es la más espectacular de todo el mundo y de todos los tiempos (Figura 1). Esta fauna rivaliza en muchos sentidos con los dinosaurios en materia de espectacularidad. Además tienen muchas ventajas, entre otras que se les puede extraer el ADN. Se prevé que el Parque Jurásico por mucho tiempo será imposible, en cambio con el Parque Pleistoceno hay que tener cuidado.

Uno de estos organismos es el tigre dientes de sable, cuya masa está estimada en unos 400 Kg. Tomemos dos leones machos adultos compactándolos en una sola bestia, agreguémosle dos colmillos de 15 cm con forma de daga y tendremos esta maravillosa máquina de muerte.

Otro carnívoro era un oso. Entre los herbívoros estaban el toxodonte, un animal de más de una tonelada con formato tipo rinoceronte; otro hermosísimo animal llamado macrauquenia de más de una tonelada; una especie de llama extinta también de gran tamaño –las llamas siempre son animales muy atractivos porque tienen ojos grandes y largas pestañas. Un animal un poco más chico de unos 400 Kg que recuerda bastante en su forma a un caballo. Este animal tenía no sólo apariencia próxima a la del caballo sino que era una especie de caballo que se extinguió muchos milenios antes de que los europeos introdujesen la especie doméstica actual. Para hablar de auténticos gigantes siempre queda bien un animal trompudo: en este caso, un mastodonte que andaba cerca de las 4 toneladas. Después vienen los bichos raros, que son los que a mí más me gustan, como los gliptodontes, una especie emparentada con los tatúes, las mulitas o armadillos, pero con alrededor de 300 Kg. *Glyptodon* es el gliptodonte más conocido que pasaba de una tonelada en masa. Había también perezosos terrestres. Las especies modernas de este grupo son animales pequeños de unos 3 Kg que viven colgados de los árboles en la Amazonia, pero estos son gigantes de varias toneladas y de locomoción terrestre. Por último, tenemos al mayor de ellos, el megaterio, un animal bípedo. Imaginemos un bicho del tamaño del elefante bípedo no sólo en el circo, sino siempre, permanentemente.

Esta maravillosa fauna vivía entonces junto con otro mamífero bípedo algo menor –el humano– que, usando la terminología de la jerga policial, no es ajeno al hecho de que todos esos grandotes ya no están entre nosotros, porque cuando vinieron los seres humanos toda esta fauna desapareció al cabo de pocos milenios o tal vez siglos. Como se dijo, toda esta fauna es de una gran espectacularidad y los hábitos de muchos de estos animales han sido evaluados siguiendo enfoques emparentados con la Física, con instrumentos tomados de la Física para extraer conclusiones biológicas. No quisiera transmitir en esto algún reduccionismo. No quiero decir que todos los fenómenos biológicos pueden ser explicados con leyes físicas sino que utilizando la Física, advirtiendo cuáles son los caminos por los cuales los organismos vivos se aprovechan de sus leyes para cumplir su rol, podemos advertir cosas que nadie había visto antes. En particular, cuando se trata de fósiles, es muy interesante hacer eso porque si se supone que las leyes de la Física no han variado a lo largo del tiempo, podemos saber que, por ejemplo, si un animal tenía los fémures muy fuertes –al estudiar su resistencia como si fuesen vigas– mientras que los húmeros eran muy débiles, concluiremos que caminaba en dos patas.

Esa conclusión sobre los gliptodontes la presenté en un congreso de paleontólogos y no fue aceptada, pero al cabo de un tiempo se fueron convenciendo. Porque eso también es propio de la ciencia: no es fácil aceptar las ideas nuevas aunque estén bien demostradas. La ciencia es una actividad conservadora, como la gran mayoría de las actividades humanas. Para convencer a otra persona de un punto de vista nuevo hay que invertir en argumentos. Hay quien dice que la ciencia es la búsqueda del orden en el desorden; los órdenes nuevos, que involucran fenómenos más diversos, son difíciles de aceptar, hay que invertir esfuerzo para que la gente sea capaz de apreciar el trabajo. Hay una sola crítica que yo no admitía cuando propuse esto; ella es “yo no creo que esto sea así”. El que quiere “creer” debe dirigirse a otros ámbitos, como la iglesia; en ciencia se deben discutir los argumentos, si el procedimiento fue correcto, si las conclusiones fueron extraídas lógicamente. Creer es sentimiento muy noble pero pertenece a otra categoría. Esto es fácil de decir pero difícil de hacer. Cuando nos muestran algo nuevo nuestra primera reacción es pensar lo creo o no. En definitiva esa es la respuesta que damos aunque tengamos el requerimiento metodológico de apelar a las herramientas propias del rigor.

Otra cosa muy interesante que se observa en esta fauna cuando está completa es que aquí hay demasiados animales grandes. ¿Qué quiere decir esto en términos de la paleoecología? ¿Qué pueden decir estos enfoques que nos permitieron ver la masa de los animales, sus hábitos con respecto a su alimentación y su desplazamiento? ¿Qué se puede decir del conjunto de todo

esto? Este es un paso más en la interdisciplinariedad, porque no solamente hablamos de la biología de un animal que vivió en el pasado, utilizando métodos físicos, sino que también incursionamos por esta vía en el ámbito de lo complejo, de la ecología.

Lo que se puede decir de este conjunto, en definitiva, es que la cantidad de animales por km^2 depende del tamaño, de la masa del animal. El centro del trabajo interdisciplinario es la utilización del modelado, tan común en Física como en Biología, o en este caso en Ecología que es una disciplina que los usa en abundancia. El matiz es que en realidad aquí se trata de paleoecología. Utilizando estos modelos construidos a partir de animales actuales conocidos pero con las ecuaciones apropiadas se hicieron cálculos de los requerimientos alimenticios para los carnívoros y los herbívoros. ¿Qué es lo que se encontró? Los requerimientos de esos herbívoros pertenecientes a la fauna local de Luján, localidad de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, o sea de organismos que se encontraban en el mismo lugar y con la misma antigüedad, eran de $1,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Estas son unidades de energía que representan tasas energéticas, energía por tiempo y por unidad de área. Estos son los requerimientos, una dimensión física interpretada de acuerdo a parámetros biológicos. Requerimiento es un término que los físicos no usan tanto, quizá lo usen los ingenieros con quienes los biólogos estamos muy emparentados. Los ingenieros construyen y nosotros intentamos ver como funcionan máquinas ya construidas, hacemos el camino inverso. Es en ese sentido que los biólogos nos parecemos más a los ingenieros que a los físicos, por más que también compartimos con los últimos eso de descubrir o describir lo que ya está inventado.

Estos requerimientos, de acuerdo a los cálculos que hice, eran del 27% de la productividad del mejor campo ganadero de Uruguay de hoy, que corresponde a $6,6 \text{ KJm}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Hay que tener en cuenta que en África los grandes mamíferos consumen entre el 3 y el 6% de la productividad primaria. Por lo tanto, el 27% es una barbaridad porque no le dejan comida a los pequeños mamíferos que no consideré, tampoco a las aves y reptiles. Ese 27% sería una cifra excesiva. Si el clima hubiese sido, hace 10.000 años, más benévolo que ahora entonces la productividad primaria de aquel entonces hubiese sido mayor. Las noticias al respecto cuando estas especies vivían, son que los climas estaban corridos hacia el noreste 750 Km en relación a la actualidad. Es decir, tal como es hoy en el norte de la Patagonia era esta región donde vivían estos mamíferos. Otra cosa interesante es que la productividad secundaria –o sea el alimento ofrecido a los carnívoros– es de $36 \text{ KJm}^{-2} \text{ año}^{-1}$, mientras que los requerimientos de los carnívoros es de $9 \text{ KJm}^{-2} \text{ año}^{-1}$ o sea que sobra carne. Esto parece raro porque no es parte de nuestro paradigma ecológico que sobre alimento y nadie lo aproveche.

Quizá esto pueda solucionarse comparando con otra fauna fósil. Por ejemplo la del Rancho La Brea de Los Ángeles en EEUU a la que apliqué el mismo modelo. Esta fauna se encuentra a la misma latitud, tiene igual antigüedad y también gran cantidad de grandes mamíferos. Los requerimientos calculados para este grupo de grandes mamíferos son de sólo 5,5% de la productividad primaria inferida para ese lugar. Estos datos están dentro del paradigma moderno, que como se mencionó anteriormente es del 3 al 6%. Mientras que los requerimientos calculados para los carnívoros son $15 \text{ KJm}^{-2} \text{ año}^{-1}$ y la productividad secundaria es también de $15 \text{ KJm}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Por lo tanto, la fauna del Rancho La Brea se comporta como una fauna de mamíferos modernos, mientras que la fauna de Luján no.

Desentrañando un crimen

¿Cuál es la explicación para esto? Pueden existir muchas explicaciones. La que se me ocurrió a mí es que dentro de esta lista de herbívoros puede haber algún carnívoro disfrazado. Utilicé para ello, volviendo a la interdisciplinariedad, la lógica del “crimen del cuarto amarillo” –que es una novela policial donde mueren personas en un cuarto cerrado por dentro y entonces el asesino necesariamente se encuentra adentro. Con esto quiero decir que puede haber algún asesino dentro de los hasta ahora considerados tranquilos herbívoros. Los gliptodontes tienen la mejor coartada, porque su cerebro es del tamaño de un perro en un cuerpo del tamaño de un toro campeón o más grande. Hay otro que tiene la excusa de ser un muchacho de buena familia, porque sus parientes modernos no tienen hábitos carnívoros y son bastante parecidos. Por último, están los perezosos que son animales raros. Hay uno de ellos –el megaterio– que es grande, tiene un gran puñal en sus extremidades, es bípedo y, por lo tanto, aquellas funciones que no cumple con la boca las puede cumplir con las manos. De acuerdo a un modelo interdisciplinario, la extensión del antebrazo, por su anatomía, era rápida. O sea que el tipo era raro y tenía un puñal rápido; por lo tanto, está precisando un buen abogado.

¿Esto alcanza para compensar el desequilibrio planteado antes? La respuesta es negativa: no alcanza, debe haber otros factores. Un factor no menor es que cuando estos animales vivían las costas de Uruguay y de Buenos Aires no estaban en el mismo sitio que ahora. Debido a que el nivel del mar estaba mucho más bajo, 150 metros, por causa de la retención de agua en el hielo de los casquetes polares de esta era glacial, donde hoy se encuentra el Río de la Plata estaba el valle de inundación del paleo-Paraná que se juntaba con el paleo-Uruguay y desembocaban en un gigantesco delta mucho mayor que el del Amazonas de hoy. Había 181.000 Km² de tierra emergidas en esta zona en el pleistoceno. Estas tierras emergidas eran de una calidad comparable a las enriquecidas por el Nilo en África.

Dificultades del trabajo interdisciplinario

La interdisciplinariedad implica el entendimiento con otra persona o conjunto de personas. Crear un puente de entendimiento requiere cierto esfuerzo, pero sus beneficios son tan extraordinarios que vale la pena intentarlo. Es un inmenso placer alcanzar la comunicación con personas de otras disciplinas. Ver como esas culturas y prejuicios que se han generado dan paso a lo nuevo. Establecer ese vínculo no es difícil medido en términos del placer que se obtiene después de haber recorrido el camino. ¿Esto requiere esfuerzo? Por supuesto que sí. Toda experiencia intensa y placentera requiere un esfuerzo.

Mi experiencia interdisciplinaria en cuanto a trabajos escritos y creación se resume al contacto con físicos, entre cuyos colegas por supuesto que no faltan los prejuicios. En cuanto a los biólogos, también puede haber problemas en algunas ocasiones, sobre todo cuando uno empieza a trabajar en un tema muy cercano al de otro compañero. Es muy difícil para un físico aceptar que es un tema digno de estudio, por ejemplo, cuál era la alimentación del megaterio. Los biólogos, por las características de la propia disciplina en la que hay muchos problemas diversos y diversas formas de abordarlos tienen una actitud más abierta a la de un físico. El secreto está en respetar al otro y verlo como alguien intelectualmente válido.

En lo personal creo, como Oscar Wilde, que nada triunfa tanto como el exceso y el exceso de trabajo es lo que da credibilidad. Entonces, el reconocimiento de ese trabajo viene a través de publicaciones. Si uno publica, se comunica y la ciencia es comunicación. Al seguir trabajando y produciendo, se empiezan a encontrar nuevas relaciones entre los organismos

estudiados. Se obtienen datos de nuevos enfoques, como el polen encontrado en esos yacimientos, la sedimentología que dice cómo era el medio físico en ese lugar, más aportes de otras disciplinas conjugadas en el entendimiento de ese momento de la historia de la vida -por lo menos en esta región.

Estas hipótesis son efímeras, como son efímeras aquellas a las que refutan. El megaterio fue considerado herbívoro por 200 años. Fue estudiado por varios grandes paleontólogos como Cuvier, Ameghino, etc. y a ninguno de ellos se les ocurrió que podía ser carnívoro. Se nos ocurrió a nosotros porque osamos verlo con herramientas nuevas.

Hay escasos ejemplos de interdisciplinariedad en el área en particular de la Biomecánica; eso es muy favorable desde el punto de vista de que la frontera es inmediata. No hace falta hacer un postdoctorado; con un entrenamiento no extenso, aunque sí riguroso, uno ya se encuentra en condiciones de producir algo. Las personas que usan este tipo de herramientas en paleontología en particular son cada vez más. Existen grupos en quinesiología, en fisioterapia, en el deporte.

La cuestión de la formación de los futuros científicos para la interdisciplinariedad

De aquí surge una pregunta interesante: ¿Cuál es la física que necesita un biólogo? Esto tiene que ver naturalmente con cómo armar la enseñanza de los jóvenes científicos de tal forma de fortalecer la interdisciplinariedad. ¿Cómo se sabe *a priori* cuál es la Física que necesita un biólogo, o la matemática que necesita? A la inversa también ¿cómo se sabe *a priori* cuál es la Biología que necesita un físico o un matemático? En realidad, no puede saberse en términos de contenido.

En la Licenciatura en Biología debería hacerse énfasis en utilizar como guía de entrada aquellos ejemplos que ilustran los principios físicos en problemas biológicos. Aquella caricatura –que no digo que exista pero que podría existir– del físico que se para delante de la clase y llena el pizarrón de fórmulas sin ir al centro del fenómeno y utilizar las fórmulas como la herramienta pero no confundiéndola con el concepto central, creo que debe ser rechazada por los biólogos. Aquella Física que los biólogos necesitamos es la que ostensiblemente es útil para enfocar los problemas biológicos. En realidad, ambas son la misma Física pero de la segunda forma un biólogo le ve la utilidad y le presta más atención, aunque sea sólo porque la persona que se para adelante para dar la clase intentó establecer la comunicación; en suma, motivación es el concepto clave aquí.

Lo que necesita un biólogo es ver cómo un físico utiliza la Física, ver la tendencia que tiene un físico y no tiene un biólogo naturalmente, a modelar las cosas matemáticamente tratando de simplificar, de sacar lo esencial. Para mostrar esto le tiene que hacer ver algo de Física en problemas biológicos. Los contenidos no son tan importantes. También hay cosas de la Biología –en la metodología y la forma de pensar– que son útiles para el físico. Básicamente la posibilidad de pensar más intuitivamente los problemas. Los biólogos tienen la capacidad de poder ver globalmente los problemas complejos y luego tratar de buscar una explicación lógica. Los físicos, por el contrario, lo hacen al revés: comienzan por cosas básicas y construyen cosas más complejas, y esto es imposible cuando uno aborda un problema complejo. En la medida en que la Física cada vez más se está acercando a problemas complejos también el físico cada vez más va a tener que empezar a pensar de esa manera, viendo cosas más globales. El biólogo tiene una inteligencia más global y el físico más secuencial. Un curso

de biología para los físicos debería demostrar cómo un objeto complejo es abordado de manera de sacar lo esencial y poder dejar de lado otras cosas.

Se trata, en realidad, de tener más diversidad en la caja de herramientas. Hay un proverbio chino que dice que si tu única herramienta es un martillo, todos los problemas te parecerán clavos. Cuanto más sofisticada sea tu caja de herramientas, cuanto más culto seas, mejor.

Las dificultades de la interdisciplinariedad son de comunicación, son de costumbres, de las intuiciones, porque los biólogos estudian de cierta manera y los físicos de otra. ¿Podrían también existir dificultades que tienen que ver con diferencias profundas entre las disciplinas? Las diferencias en la forma de aprender entre las disciplinas revelan realidades profundas de las respectivas disciplinas.

La Biología es la disciplina de lo diverso, a los biólogos nos gusta lo diverso. Los físicos, sin embargo, esperan tener la teoría de todo, que una ecuación describa el universo conocido y otros por conocer, y los biólogos esperamos desbaratar esto incorporando una variable más que ellos dejaron afuera de su modelo. Esto es una caricatura, pero creo que revela diferencias profundas entre las disciplinas que, sin embargo, no creo que sean decisivas cuando las diferencias se plantean sin máscaras. Si el biólogo se escuda detrás de los latinazgos, si el físico se escuda atrás de las fórmulas, el diálogo es imposible porque hay murallas, hay máscaras puestas, no hay comunicación profunda entre las personas involucradas, cada una de las cuales representa disciplinas diversas. Esto me lleva al principio de autoridad, que es algo que combato intensamente porque creo que es muy nocivo, muy dañino en la actividad científica – y en otras también. El principio de autoridad es profundamente anticientífico. Sin principio de autoridad ni otras máscaras, con una efectiva voluntad de compenetración, de intercambio, de comunicación, esas diferencias implícitas en las diferentes disciplinas, esos hábitos adquiridos a lo largo de la historia de cada una de ellas se disuelven con suficiente facilidad como para que el beneficio sea muchísimo mayor.

Las diferencias profundas entre disciplinas

¿No hay también una idea diferente de lo que es hacer ciencia, de lo que es la verdad científica? Un físico aspira, como se mencionó antes, a una explicación general a partir de primeros principios, que cubra el área explicativa más amplia. En cambio, para un biólogo la ciencia es la descripción de sistemas complejos. Entonces hay una idea distinta de cómo está hecha la naturaleza y, por lo tanto, de qué tipo de verdad están buscando. Pero si tenemos en cuenta que esa verdad es efímera, entonces los problemas disminuyen porque estamos buscando las pequeñas certezas. Sin embargo, esas diferencias sí existen y creo que son muy buenas porque contribuyen a la riqueza del pensamiento, a que tengamos más herramientas en nuestra caja. Hoy en día se habla del choque de civilizaciones. Es bueno que existan las civilizaciones y es bueno que el choque se produzca en términos de la contribución a la superación virtual, material o intelectual.

Cabe aclarar que este abordaje de temas biológicos no se corresponde con una visión reduccionista, como sería la de tratar de ver qué comía el Megaterio a partir de los átomos y sus leyes físicas. En realidad, lo que se hace es utilizar a la Física como herramienta desde una forma de razonamiento más biológica. El reduccionismo sería decir que la ecología cabe en la mecánica, o sea, negar la existencia de la biomecánica porque no tendría sentido.

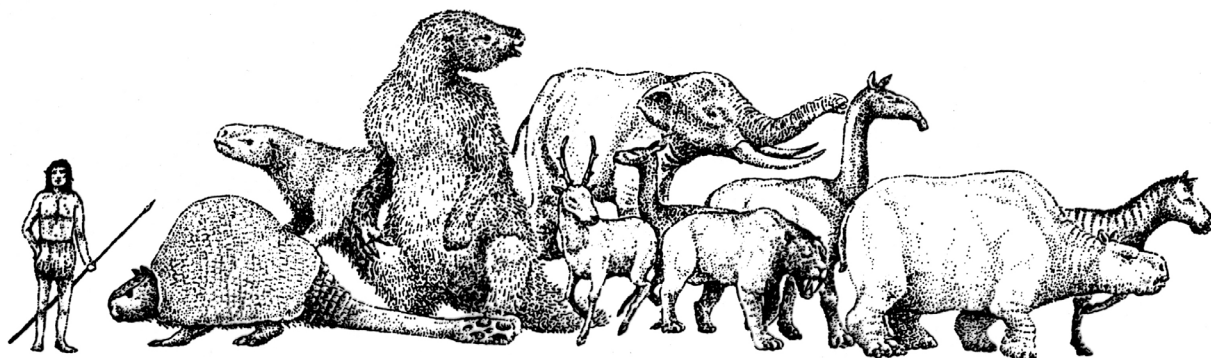
En la polémica clásica en el siglo XIX entre reduccionistas y vitalistas la idea era si hay algo más que átomos. Un reduccionista entonces diría que está bien investigar a nivel de la biomecánica, pero que en última instancia lo que hay son realidades fisicoquímicas. La diversidad de puntos de vista es lo más interesante que posee la ciencia –y cualquier otra actividad humana. En el siglo XIX no se conocían los esfuerzos más modernos de la teoría de sistemas, de la complejidad, pero creo que ni el químico más reduccionista de esa época se negaría a admitir que el sodio por un lado y el cloro por el otro no tienen las propiedades que tiene la sal. Sin embargo, si una persona que fuese un investigador activo defendiese ese punto de vista reduccionista yo lo alentaría a que siguiese adelante. Cuanto más diversas sean nuestras herramientas, cuanto más variados los enfoques, tanto mejor.

¿Antes de que surgiera la vida en la tierra, se podría prever de alguna forma que ésta iba a aparecer como fenómeno en el cual están involucrados átomos y moléculas? ¿El fenómeno de aparición de la vida responde de alguna forma a las leyes físicas? Hay físicos que tienen una vocación reduccionista de encontrar aquellos ladrillos básicos a partir de los cuales se puede entender todo. Pero, por otro lado, eso muere en sí mismo por la propia imposibilidad de contestar estas preguntas a partir de la Física. No se puede saber si a partir de la tierra o un sistema químico va a surgir la vida y cómo va a ser ese surgimiento. Por ejemplo, sería difícil deducir la teoría de la Evolución a partir de la Física, de los primeros principios, pero esta teoría es válida y útil sin importar si fue deducida a partir de la Física o de la Biología.

Que haya modelos incompatibles entre las distintas disciplinas no implica que sea imposible la interdisciplinariedad. La existencia de modelos incompatibles impulsa la investigación fantásticamente. Si hubiese una verdad reconocida por todos los biólogos, sería bueno salir a buscar la fuente de inspiración para derrotarla, porque el mejor esfuerzo científico nace de atreverse a desafiar lo aceptado por todos. De hecho, hay modelos incompatibles dentro de una misma disciplina y precisamente eso es lo que impulsa a la gente a trabajar más.

El choque entre las formas de ver el mundo de la Biología y la Física ocurre de la forma siguiente: por ejemplo, un biólogo mide la velocidad de conducción nerviosa de un axón y ve como ésta depende de la longitud del axón, del diámetro, de si tiene mielina o no, etc. Una vez que sabe de qué cosas depende la velocidad y cómo lo hace, el biólogo siente que está frente a una verdad biológica y sabe lo que está pasando. El físico, por el contrario, necesita llegar a un por qué más básico, información que resulta innecesaria para el biólogo. Aquí se plantea una dificultad de entender la inquietud psicológica del otro, el físico no comprende cómo al biólogo no le inquieta tener una información más básica sobre lo que está sucediendo y el biólogo no entiende porqué el físico necesita saber más. Entonces se produce un choque. Lo que sucede en un diálogo interdisciplinario es que una vez que el físico encontró la explicación, ésta le gusta al biólogo.

Figura 1. La megafauna pleistocena.



3 de octubre de 2001.