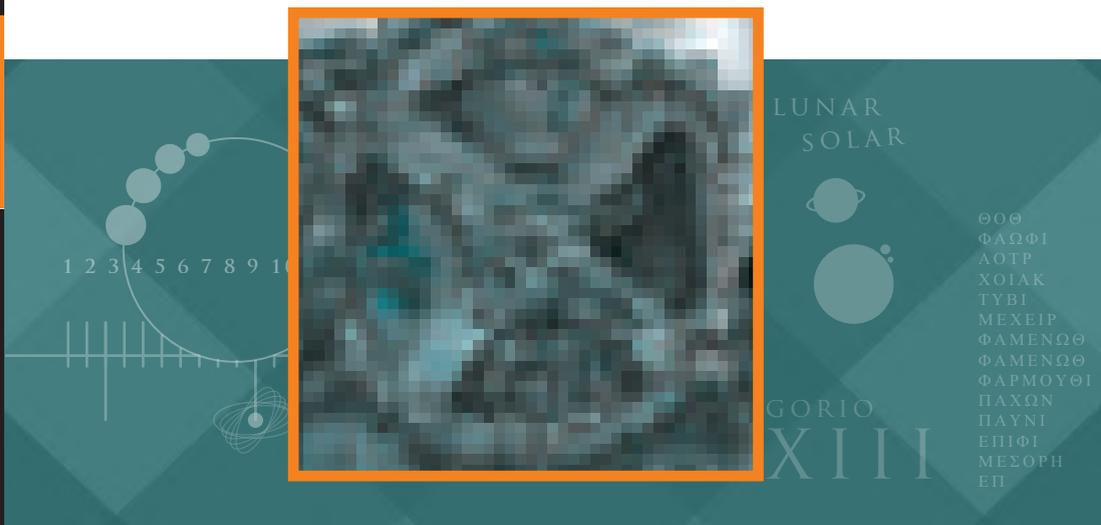


# El desafío de la interdisciplinariedad en la investigación

## La ciencia y el tiempo



Tamara Bottazzi, Raquel Bressan, Pedro Flores,  
Ana Laura Maffei, Andrea Paul, Giselle Querejeta,  
Marcela Reale y Jeremías Silva  
(compiladores)





## EL DESAFÍO DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA INVESTIGACIÓN



Tamara Bottazzi, Raquel Bressan, Pedro Flores,  
Ana Laura Maffei, Andrea Paul, Giselle Querejeta,  
Marcela Reale y Jeremías Silva  
(comps.)

# **El desafío de la interdisciplinariedad en la investigación**

*La ciencia y el tiempo*

Sergio Barrionuevo, Juan Pablo Borgna, Mariano De Leo, Ana Janeiro,  
Mario Lipsitz, David Margarit, Fernando R. Momo,  
Angélica María Ramírez Londoño, Yésica Rodríguez,  
Sandra Sauro, Ariel Scagliotti y Jessica Torti

EDICIONES **UNGS**



Universidad  
Nacional de  
General  
Sarmiento

El desafío de la interdisciplinariedad en la investigación : la ciencia  
y el tiempo / Sergio Barrionuevo ... [et al.] ; compilado por  
Tamara Bottazzi ... [et al.]. - 1a ed. - Los Polvorines :  
Universidad Nacional de General Sarmiento, 2019.  
Libro digital, PDF - (Humanidades ; 42)

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-630-444-3

1. Ciencias Sociales. 2. Ciencias Exactas. 3. Filosofía. I. Barrionuevo, Sergio. II.  
Bottazzi, Tamara, comp.  
CDD 300.1

## EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2020  
J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)  
Prov. de Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (54 11) 4469-7507  
ediciones@campus.ungs.edu.ar  
ediciones.ungs.edu.ar

Diseño gráfico de la colección: Andrés Espinosa  
Diagramación: Eleonora Silva  
Corrección: Edit Marinozzi

Hecho el depósito que marca la Ley 11723  
Prohibida su reproducción total o parcial  
Derechos reservados



Libro  
Universitario  
Argentino

# Índice

Introducción	
La interdisciplinariedad en la ciencia: ¿un desafío posible? .....	9
<i>Tamara Bottazzi, Raquel Bressan, Pedro Flores, Ana Laura Maffei, Andrea Paul, Giselle Querejeta, Marcela Reale, Jeremías Silva</i>	

## **Primera sección**

### **El tiempo en las ciencias sociales y humanas**

La metafísica del tiempo .....	21
<i>Mario Lipsitz</i>	
El tiempo en la <i>Physica</i> de Aristóteles. Algunas consideraciones sobre la “interpretación realista” .....	31
<i>Sergio Barrionuevo</i>	
La naturaleza del tiempo. Entre la expansión subjetiva y la exterioridad objetiva.....	39
<i>Jessica Torti</i>	
El tiempo como subjetividad. Kant pensador del tiempo como condición de posibilidad del yo.....	47
<i>Yésica Rodríguez</i>	
El tiempo de la historia. Debates, propuestas y reflexiones.....	55
<i>Sandra Sauro</i>	

De paseo con Juanito Laguna y su reloj .....65  
*Mariano De Leo*

## **Segunda sección**

### **El tiempo en las ciencias exactas y naturales**

Catalizadores: los ansiosos de la química..... 83  
*Ana Janeiro*

¿Podemos definir qué es un reloj sin nombrar de alguna manera  
al “tiempo”? Algunas formas de pensar-medir el tiempo  
en la física-matemática .....91  
*Juan Pablo Borgna*

Cambios en la variabilidad genética de la fauna del suelo como indicador  
del estado de conservación de suelos con uso agropecuario ..... 99  
*Angélica María Ramírez Londoño y Fernando R. Momo*

Tiempo y clima: análisis de vientos..... 111  
*Ariel Scagliotti y David Margarit*

Epílogo..... 121  
*Mariano De Leo*

# Introducción

## La interdisciplinariedad en la ciencia: ¿un desafío posible?

*Tamara Bottazzi, Raquel Bressan,  
Pedro Flores, Ana Laura Maffei, Andrea Paul,  
Giselle Querejeta, Marcela Reale, Jeremías Silva\**

Desde sus remotos orígenes las distintas disciplinas científicas recorrieron un largo trayecto en la construcción de campos de saber y de herramientas conceptuales y metodológicas propias y diferenciadas. A partir del siglo xvi, los grandes descubrimientos geográficos condujeron a una visión de progreso ilimitado, que extraía su impulso de la infinidad del tiempo y del espacio, pero cuya realización práctica dependía de la capacidad de conocer y explorar el mundo. Progreso y descubrimiento, entonces, se constituyeron en palabras claves que implicaron una progresiva diferenciación entre la filosofía y la ciencia.

Junto con ese proceso, las necesidades de los Estados modernos de un conocimiento más exacto sobre el cual basar sus decisiones condujeron al surgimiento de nuevas categorías de conocimiento desde el siglo xviii. En este contexto, la universidad se ubicó como principal sede institucional para la creación de conocimiento. Avanzado el siglo xix, se pudo observar la consolidación de estructuras institucionales permanentes, diseñadas tanto para producir

---

\* Miembros del Comité de las Jornadas de Investigadores en Formación del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS).

conocimientos nuevos como para reproducirlos. Dentro de este entorno, la creación de múltiples disciplinas se basó en la creencia de que la investigación sistemática requería “una concentración hábil en las múltiples zonas separadas de la realidad, la cual había sido racionalmente dividida y que prometía ser intelectualmente productiva” (Wallerstein, 1996: 38). Así, en el curso del siglo XIX las diversas disciplinas se abrieron como un abanico para cubrir toda una gama de posiciones epistemológicas. En un extremo, se hallaba primero la matemática y a su lado las ciencias naturales experimentales como la física, la química y la biología. En el otro, estaban las humanidades encabezadas por la filosofía y, junto a ellas, el estudio de las prácticas artísticas formales como la literatura, la pintura, la escultura, la musicología, etcétera. Entre las humanidades y las ciencias naturales quedaba el estudio de las realidades sociales con la historia, la economía, la sociología, la ciencia política y la antropología (Wallerstein, 1996).

Así, entre 1850 y 1945 una serie de disciplinas se establecieron como campos de conocimiento específico. En este sentido, la institucionalización de la enseñanza estuvo acompañada por una institucionalización de la investigación, simbolizada a través de publicaciones especializadas, asociaciones de estudios, así como colecciones y bibliotecas catalogadas por disciplinas. Un elemento esencial en ese proceso consistió en el esfuerzo de cada disciplina por definir lo que la distinguía de las demás, especialmente lo que la diferenciaba de cada una de las que parecían estar más próxima en cuanto contenido de estudio. Se podría decir que fue un proceso exitoso, ya que se consolidaron estructuras viables y productivas de investigación, análisis y enseñanzas. Asimismo, una clara distinción entre las ciencias naturales, que estudiaban los sistemas no humanos y las humanidades, y las ciencias sociales, que indagaban la producción y la organización cultural, social, mental y espiritual de las sociedades occidentales.

Sin embargo, a partir de mediados de siglo XX comenzaron a tornarse evidentes ciertos cambios que se agudizarían en las décadas siguientes con respecto a las formas de producir el conocimiento científico. Existen diferentes miradas con respecto a las causas que provocaron un repliegue en las tendencias de construcción de los límites disciplinarios y, a la vez, un resurgimiento de los paradigmas holísticos de conocimiento. Algunos autores plantean que el contexto de la Guerra Fría provocó un incremento de la valoración realizada por los gobiernos de las principales potencias mundiales hacia el desarrollo del conocimiento científico. En este sentido, la expansión poblacional que se registró entre 1945 y 1970 fue seguida de una expansión cuantitativa y geográfica del sistema universitario, lo que condujo a su vez, a una multiplicación del número

de científicos profesionales (Wallerstein, 1996). Otros autores, como Evandro Agazzi, señalan que la necesidad de resolver problemas sociales a partir de proyectos complejos demandó la coordinación de un conjunto de competencias, conocimientos e informaciones. Desde una línea de pensamiento similar, Fritjof Capra (1992) plantea que estos cambios fueron impulsados por la necesidad de transformar paradigmas de conocimiento que ya no permitían comprender los fenómenos estudiados. Así, señala que la realidad social que se desplegó desde mediados de siglo xx, caracterizada por sus interconexiones a nivel global por las que los fenómenos biológicos, psicológicos, sociales y ambientales son todos recíprocamente independientes, no podía ser comprendida si no se desarrollaban concepciones holísticas en los distintos campos de conocimiento.

En suma, desde mediados de siglo xx se produjeron dos procesos mutuamente interconectados. Por un lado, una expansión del sistema universitario impulsado en gran medida por el desarrollo económico mundial. De esta forma, las principales potencias empezaron a invertir en las ciencias y se crearon polos centralizados de desarrollo científico, solventados por recursos estatales y privados que estimularon los estudios de área. Por otro lado, este florecimiento del sistema universitario (con un aumento de la especialización temática impulsada por la búsqueda de nichos que pudieran definir su originalidad o, por lo menos, su utilidad social) provocó una serie de intrusiones de los científicos en los campos disciplinarios vecinos a su área temática. De este modo, las múltiples superposiciones entre las disciplinas hicieron cada vez más difícil hallar líneas divisorias claras entre ellas, tanto en términos del campo de sus estudios como en el tratamiento de datos. Además, las disciplinas se volvieron cada vez más heterogéneas a medida que los límites de los objetos de investigación aceptables se iban ampliando. Todo ello condujo a un cuestionamiento interno en torno a la legitimidad de las premisas intelectuales para defender su derecho a una existencia separada, promoviendo los estudios interdisciplinarios.

Si bien en la actualidad es innegable la legitimidad que goza la interdisciplinariedad como concepto y como forma de hacer ciencia en los diferentes campos del saber, aún se tornan patentes las dificultades de llevarlo a la práctica. En este sentido, el diálogo y el intercambio conceptual y metodológico, que podemos imaginar como un abanico, es mucho más fluido entre las varillas y membranas más próximas que entre los extremos que lo componen. Como señala Agazzi, el verdadero desafío de la interdisciplinariedad consiste en:

[por un lado,] tomar como *punto de partida* las diferentes disciplinas, respetando su especificidad de conceptos, métodos y lógicas y, por otro,

en trabajar para que todo ello no resulte una “barrera” para la *comunicación*. Se puede ver entonces que la dificultad más seria para el estudio interdisciplinar no consiste en el hecho de “albergar en una sola cabeza” muchos conocimientos diferentes, sino en el esfuerzo de *comprender* el sentido especial de ciertos conceptos, de acostumbrarse a ciertos tipos de racionalidad particulares (2004: 247).

Estas reflexiones nos llevaron a formular los siguientes interrogantes: ¿Es posible eliminar estas barreras de comunicación entre los distintos campos del saber? ¿Cómo se pueden establecer espacios en los ámbitos institucionales que permitan la reflexión e intercambio sobre conceptos y lógicas de investigación que aparentan ser tan disímiles? ¿Es posible eliminar estas barreras entre las ciencias sociales, humanas, naturales y exactas?

En la búsqueda de respuestas a estos desafíos, en el año 2015 la Dirección del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de General Sarmiento convocó a un grupo de características multidisciplinares integrado por noveles investigadores del Instituto, con el objeto de generar un espacio donde fuese posible reflexionar sobre las diferentes metodologías, recursos y herramientas de investigación correspondientes a cada disciplina. Más allá de las notorias distancias, particularmente en las metodologías de investigación, observamos que en varios casos coincidíamos en el mismo objeto de estudio y, más aún, podíamos responder a él de una manera más profunda y compleja gracias al diálogo interdisciplinario. Esto dio origen a las Jornadas de Investigadores en Formación del Instituto de Ciencias (JIFICI).

Esta experiencia fomentó el intercambio entre varias áreas del saber: Biología, Filosofía, Física, Historia, Computación, Matemática, Química, Sociología y Economía, entre otras. Constituyendo un espacio de circulación de saberes, de capacidades, de posibles vínculos académicos y, por sobre todo, en el cual fue posible presentar las investigaciones en curso. Precisamente, el presente dossier tiene origen en las “Segundas JIFICI” realizadas en 2016. Bajo el título, “La ciencia y el tiempo” se buscó integrar las diferentes áreas del Instituto a partir del abordaje de algunos ejes transversales como, por ejemplo: el hombre y el tiempo; la naturaleza y el tiempo; el tiempo y el método científico; tiempo, técnica y experimentación; la variable tiempo; mitología del tiempo; misceláneas del tiempo. La riqueza de las discusiones presentadas en aquella ocasión dio como resultado la presente publicación.

## **Bibliografía**

Agazzi, Evandro (2004). “El desafío de la interdisciplinariedad: dificultades y logros”. *Empresa y Humanismo*, vol. 5, n° 2/02, pp. 241-242.

Capra, Fritjof (1992). *El punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura*. Buenos Aires: Troquel.

Wallerstein, Immanuel (1996). *Abrir las ciencias sociales*. México: Siglo XXI.



Primera sección  
El tiempo en las ciencias sociales  
y humanas



El tiempo constituyó un elemento de reflexión del hombre desde tiempos remotos. Diversas culturas a lo largo de la historia han concebido al tiempo de manera diferente, ya sea por cuestiones filosóficas, económicas o religiosas. Por un lado, una de las concepciones antiguas consistió en entenderlo de forma circular. Las primeras civilizaciones creían que el tiempo se organizaba a través de la división de fases cíclicas que obedecían a movimientos o cambios propios de la naturaleza. Por ejemplo, a los antiguos egipcios, comprender los cambios en el Río Nilo les permitía establecer parámetros de organización política y económica. Generalmente, se combinaba esta “repetición cíclica” con la concepción misma de modernidad; en contraste, otras culturas concibieron al tiempo como lineal. Esto significaba que los cambios temporales sucedían en una línea unidireccional progresiva. El surgimiento de esta forma de concepción estuvo estrechamente vinculada al monoteísmo y se la suele asociar a la religión judía, manifiesto en la construcción discursiva de la Biblia.

La disciplina histórica también ha indagado sobre este objeto de estudio, ya que la forma en que se concibe el tiempo conduce a diferentes ángulos de exploración en las investigaciones. El tiempo diacrónico permite analizar la evolución de un suceso o acontecimiento a partir de una misma variable, permitiendo mostrar con claridad la secuencia causa/efecto. Otra posibilidad, en cambio, la brinda el tiempo sincrónico, que representa un corte temporal en el cual se analiza un mismo suceso desde distintas variables. Esta perspectiva permite observar distintos tipos de interacciones y aspectos de un evento determinado.

Claro que estas breves referencias, lejos de agotar los significados del tiempo, plantean las múltiples formas de abordarlo. En este sentido, esta sección reúne trabajos de investigadores del área de humanas y sociales, permitiendo iluminar las diversas y variadas maneras en que el tiempo ha suscitado la reflexión en las ciencias humanas y sociales. Los artículos dan cuenta de las formas en que el tiempo constituye un componente significativo de la indagación de filósofos e historiadores, lo que evidencia que lejos de constituir un único dato puede ser comprendido en su complejidad, destacándose por su polisemia.

En “La metafísica del tiempo”, Mario Lipsitz realiza un recorrido por el pensamiento de diversos filósofos (Aristóteles, Lucrecio, Plotino, Agustín, Galileo, Kant), concentrándose en las formas en que concibieron, pensaron y ayudaron con sus trabajos a conceptualizar y definir las nociones de espacio y tiempo, una de las preocupaciones nodales de la filosofía desde su nacimiento. El autor presenta algunos de los pensamientos más destacados acerca del tiempo y del espacio y concluye con las implicancias actuales de estos pensamientos a través de una reflexión acerca de una creación concreta y común a nuestra realidad: el reloj.

En el segundo trabajo, “El tiempo en la *Physica* de Aristóteles. Algunas consideraciones sobre la ‘interpretación realista’”, Sergio Barrionuevo analiza la obra de Aristóteles. El autor recupera sintéticamente los debates e interpretaciones que suscitó este libro. En particular, se concentra en la “interpretación realista” para destacar algunos nudos problemáticos y proponer, a modo de hipótesis, nuevas claves de lectura.

En el tercer artículo, “La naturaleza del tiempo. Entre la expansión subjetiva y la exterioridad objetiva”, Jessica Torti indaga la obra de Agustín y de Hegel, deteniéndose en la forma en que ambos abordaron la cuestión del tiempo. A partir del recorrido por distintas obras de estos filósofos, la autora analiza las concepciones y pensamientos sobre el tiempo que realizaron ambos autores. Asimismo, destaca cuáles pueden ser los puntos de contacto, las especificidades y diferencias que estos dos filósofos realizaron sobre la “naturaleza del tiempo”.

En el cuarto trabajo, “El tiempo como subjetividad. Kant pensador del tiempo como condición de posibilidad del yo”, Yésica Rodríguez explora el tiempo en la obra de Kant. La autora examina una de las obras más importante del filósofo prusiano, *Crítica de la razón pura*, junto a su obra inconclusa *Transición de los principios metafísicos de la Ciencia Natural a la Física*. Allí, encuentra claves relevantes para comprender y reflexionar sobre la forma en que este autor piensa la relación entre subjetividad y tiempo.

En el trabajo “El tiempo de la historia. Debates, propuestas y reflexiones” Sandra Sauro presenta la manera en que diversos historiadores se interrogaron y reflexionaron sobre el tiempo. La autora realiza un breve recorrido por estudios de reconocidos historiadores de distintas tradiciones historiográficas como Braudel, Bloch, De Certeau, Hartog y Hobsbawm entre otros, para pensar sobre los fundamentos epistemológicos de la disciplina histórica.

En el último trabajo, “De paseo con Juanito Laguna y su reloj” de Mariano De Leo, se puede observar cómo las distintas interpretaciones del tiempo elaboradas desde las diferentes disciplinas confluyen en un diálogo a partir del

cual se incorporan definiciones y herramientas de distintas disciplinas para abordar un mismo problema u objeto de estudio. De esta manera, se observan dos categorías recurrentes: el tiempo lineal y el tiempo circular. El autor hace mención a los ciclos de cosechas como ejemplo de tiempo circular, mientras que ciertos fenómenos astronómicos (tal como el Cometa Hale-Bopp, cuyo último perihelio fue el primero de abril de 1997 y el próximo se espera para el año 4520) se podrían considerar como tiempo lineal, puesto que un mismo ser humano no es capaz de observar el mismo fenómeno al menos dos veces.



# La metafísica del tiempo

*Mario Lipsitz\**

## La metafísica del tiempo

Galileo revolucionó la relación del hombre con el mundo al concebir en el siglo xvii la naturaleza *como una conexión ininterrumpida de movimiento de puntos de masa*. Lo preponderante de lo que cabría llamar su “proyecto” de naturaleza fue la *mensurabilidad y la calculabilidad*. Aún hoy la ciencia natural lleva a cabo sus investigaciones y persigue sus resultados dentro del campo abierto hace cuatro siglos por aquella decisión de Galileo.

El pensador alemán Martin Heidegger (2007) indica que la primera exposición formal de esta nueva Naturaleza que había diseñado Galileo aparece a fines del siglo xviii en Kant, quien escribía: “La Naturaleza en general” es “legalidad de los fenómenos en espacio y tiempo” (Kant, B, 165).

Con esta decisión de Galileo, la nueva ciencia concibió la naturaleza como el ámbito del ente (de la cosa) que es mensurable, preparándola con ello para la intervención de las matemáticas. Pero si la presuposición de la nueva ciencia es la mensurabilidad, la presuposición de esta mensurabilidad *es la homogeneidad del tiempo y del espacio* pues *solo es posible medir y calcular a condición de suponer que el elemento respecto del cual se hace la medición de los cambios y transformaciones es homogéneo*. Cuando, más adelante, abordemos la cuestión del tiempo,

---

\* Doctor en Economía (articulación en Filosofía), Universidad de París VIII Investigador – Docente del Área de Filosofía – Instituto de Ciencias – UNGS. Premio Konex 2016: Filosofía.

veremos la gran dificultad que se plantea al intentar justificar esta exigencia decisiva. Por el momento, limitémonos a la cuestión de la homogeneidad que la ciencia moderna atribuye al espacio para poder efectuar sus mediciones. Será una de las maneras de mostrar cómo grandes decisiones metafísicas, es decir, grandes decisiones acerca de principios explicativos últimos que no son en absoluto experimentables sobre los que se suponen fundarse los fenómenos experimentables, determinaron a la Física. Y mostrar entonces que toda física, lo sepa o no, se funda en una metafísica.

Consideremos el movimiento, es decir, un cambio de posición en el espacio operado en el tiempo. En el contexto de la metafísica aristotélica y de sus derivaciones, es decir, desde el siglo IV a. C. hasta aproximadamente el siglo XVII d. C., el movimiento era explicado como el desplazamiento de un cuerpo de un lugar determinado a su lugar “natural”. O, inversamente, como la violencia hecha a un cuerpo que lo apartaba de su lugar “natural”, al cual inevitablemente tendería a retornar (como sucede en el caso de que, por ejemplo, se arroje una piedra hacia arriba). Por este motivo, los griegos carecían de un término para referirse a lo que desde Galileo llamamos el “espacio” y suponemos ser homogéneo. En su lugar utilizaban el término *topos* –lugar–) y los caracteres de “arriba”, “abajo”, “derecha”, “izquierda”, “centro”, etcétera, constituían lugares (*topoi*) privilegiados y jerárquicamente diferenciados.

Esto se explica por el hecho de que, en el contexto de la metafísica aristotélica de la substancia, la “forma” o esencia propia a cada cuerpo prescribía el tipo de lugar que le correspondía a cada uno de ellos: los cuerpos pesados se encuentran “arriba”, los livianos “abajo”. “Todo cuerpo tiene un ‘puesto’, un lugar natural: por ejemplo, un cuerpo pesado cae, uno liviano se eleva, uno terrestre se mueve en línea recta y otro celeste se mueve en círculos” (Koyré, 1979). La distinción entre “lugares” era, como vemos, cualitativa.

Con Galileo (siglo XVII) se establece una nueva metafísica sobre la cual se apoyará la Física de hoy. Todos estos puntos privilegiados, todos estos “lugares” desaparecen y con ello se constituye la idea de un “espacio” físico homogéneo y apto para intervenir en el cálculo matemático. Si el espacio es considerado homogéneo es porque, según el proyecto de la ciencia moderna, las leyes del movimiento tenían que ser *iguales en todo lugar*. El cálculo y la medida se vuelven entonces posibles: a partir de esta metafísica la naturaleza es rediseñada con el fin de satisfacer las exigencias de la mensurabilidad.

La primera consecuencia de este rediseño es la conquista de la objetividad científica, la creación de una naturaleza “objetiva”. El *ob-jectum*, la cosa que se encuentra “delante”, es aquello que puede ser sometido a la evaluación

cuantitativa de todos y, a condición de cumplir siempre con el mismo protocolo de acceso a ella, se presenta para todos del mismo modo.

Con Galileo, las cosas del mundo siguen siendo las mismas, pero se han vuelto “objetos” científicos para un *subjectum*. La objetividad, el hecho de encontrarse delante y disponible para una mensuración en el espacio homogéneo y cuantificable es la garantía y la condición de esta utilísimas novedades: la universalidad de la verdad matemática de la Naturaleza. Con la suposición de la homogeneidad del espacio (y también del tiempo), nace una naturaleza “objetiva” y cuantificable que era totalmente ajena al pensamiento antiguo.

## La cuestión del tiempo

Si el hombre estuviese sumergido en el tiempo y arrastrado por él como un barco que es llevado por la corriente, no lo vería pasar. Si, en cambio, se hallase en una orilla del tiempo viéndolo pasar, no se encontraría afectado por él, no haría la experiencia del tiempo. Las múltiples paradojas que sobre el tiempo nos ha legado el pensamiento de la antigüedad recubren todas ellas, directa o indirectamente, la difícil cuestión del lazo entre el tiempo y el ser.

En efecto, el tiempo plantea una dificultad enorme al pensamiento de la realidad, o, lo que es lo mismo, transcripto en el lenguaje de la filosofía, al pensamiento del ser. Esta dificultad reside en el hecho de que el tiempo separa y pone a distancia de sí todo lo que en él aparece. En él resulta imposible una coincidencia entre la cosa y ella misma susceptible de ofrecerle una consistencia ontológica, un ser. Es imposible detener el instante en que el ente “es” con sus propiedades actuales; por pequeña que fuese la sección de tiempo en que busquemos la estabilidad y la permanencia que requiere el pensamiento, no la hemos de encontrar. El tiempo aborrece la identidad. La permanencia, la estabilidad, son más bien asunto del pensamiento. Atentos a esta volatilidad esencial de lo presente que impide que tenga lugar una presencia verdadera, plena e idéntica a ella misma, el pensamiento ontológico griego concibió al tiempo como alteración, como anomalía de la plenitud y de la eternidad propia del ser. El tiempo, escribía Platón, es “la imagen móvil de la eternidad”. Como si el mundo sensible donde vivimos no estuviese a la altura de las exigencias que impone el verbo “ser”: plenitud, unicidad e invariabilidad. Por este motivo, la filosofía antigua tanto como la moderna tuvo tantas veces el carácter de una *arkhé-ología*: ella avanzó mirando hacia atrás, buscando encontrar delante el

suelo estable y pleno –el ser– que suponía perdido antes de que irrumpiese el tiempo.

El filósofo neoplatónico Plotino (205-270 d. C.) expresó de un modo ejemplar el significado del tiempo respecto del ser en una bella fórmula que sintetizaba el esfuerzo lógico del platonismo y la religiosidad del cristianismo: el tiempo, escribía, es la sensación que tenemos de nuestra caída desde la eternidad. La existencia temporal no es otra cosa que esta caída desde la tierra segura del ser.

Al igual que Platón, Aristóteles situó el ser verdadero, el ser real y plenamente cumplido fuera del tiempo, en la eternidad. En efecto, tras considerar el movimiento de las cosas en el “imperfecto” mundo sublunar, mundo sometido a la generación y a la corrupción, Aristóteles concluía en la existencia necesaria, fuera del tiempo, de un “Primer motor inmóvil” y eterno: Dios. También el atomista Lucrecio, siglo I a. C. (De la naturaleza) suponía necesaria la eternidad de los átomos con los que la Naturaleza formaba los cuerpos. Estos cuerpos, es decir, nuestro mundo, debían por el contrario sucumbir “a los asaltos del tiempo” para ser recreados una y otra vez por la Naturaleza. El gran pensador judío Baruch Spinoza concibió también la existencia como idéntica a la eternidad. Pero a diferencia de Platón o de Aristóteles, una eternidad inmediatamente experiencia se da en la existencia y no perdida al comienzo o prometida al término de la existencia como en el platonismo y los monoteísmos. De ahí que nuestra Razón pudiese “percibir las cosas como poseyendo cierta forma de eternidad” (*Ética, II*, prop. XLIV, corolario II).

La primera determinación conceptualmente rigurosa del “fenómeno” del tiempo fue propuesta por Aristóteles: “Esto es el tiempo: lo numerado en un movimiento en vista del antes y el después” (*Física IV*, 11, 219, b1). “En vista”, significa aquí, “de acuerdo con”. Y continuaba, el tiempo no es “ni (simplemente) el movimiento ni (tampoco) sin movimiento”. Tiempo y movimiento quedaban así asociados por Aristóteles en una decisiva pero oscura relación. Oscura, porque la definición aristotélica del tiempo lo presupone: numerar el movimiento de acuerdo con el “antes” y con el “después” significa recurrir en su definición, al antes y al después, es decir, a lo que debía ser definido, el tiempo.

En todo caso, esta determinación del tiempo a partir de la cosa que se mueve en el espacio fue decisiva para el pensamiento occidental; en lugar de interrogar el fenómeno ontológico del tiempo la atención se dirigió de entrada hacia el ente y su cambio espacial de posición. Volveré sobre esta tragedia.

Con Kant, en el siglo XVIII el análisis del tiempo lo determina como forma originaria de la sensibilidad humana (*Estética trascendental*, 2ª sección). El filósofo muestra que el tiempo no es un “objeto” del conocimiento, no es dado

a través de una percepción empírica (no es captado por los sentidos, no es un dato exterior al hombre). Todo dato de experiencia está en el tiempo, pero el tiempo, fondo último y condición de todo conocimiento para el hombre, él no está en el tiempo. Tampoco el tiempo es un simple concepto. Pues un concepto comprende o engloba diversos elementos empíricos, y no hay muchos tiempos sino un único tiempo del que los momentos son simples partes. ¿Qué es pues el tiempo, que no es ni un fenómeno exterior al hombre ni un concepto? La respuesta de Kant es que el tiempo es el modo o la forma impuesta a priori en que toda presencia puede manifestársele al hombre. El tiempo es el modo en que a la sensibilidad humana le es dado el conocimiento (sería perfectamente concebible una peculiar sensibilidad no temporal, por ejemplo, que no captara lo captado en el orden de la sucesión). En todo caso, con Kant, la realidad subjetiva del tiempo queda filosóficamente establecida.

Por decisivo que fuere su análisis, Kant no nos revela qué es el tiempo, sino que nos indica más bien que lejos de ser un “qué”, una cosa, el tiempo es un “cómo”. Y si para el conocimiento humano, el tiempo es la condición última de toda presencia, de todo “ser”, Kant nos enseña también, indirectamente, que la pregunta “¿qué es el tiempo?” no es la pregunta adecuada para develar su misterio: no es posible requerirle a lo condicionado por el tiempo —el ser— una respuesta acerca de la realidad de su propia condición —el tiempo.

En el siglo IV d. C., Agustín de Hipona había formulado esta pregunta: “... ¿qué es el tiempo?”. Y sin lograr responderla, ofreció sin embargo la primera descripción subjetivista de la temporalidad que tal vez siga diciendo hoy lo esencial: no hay tres tiempos, pasado, presente, futuro, sino tres modos de un mismo tiempo que solo se manifiestan como modos de presente en una conciencia, pues la conciencia únicamente vive en presente. “Subjetivista”, en cuanto, como vemos, en Agustín el tiempo es indisoluble de la conciencia del tiempo. Escribía Agustín en sus célebres *Confesiones*:

... se dirá con mayor justeza, hay tres formas de presente: el presente del pasado, el presente del presente y el presente del futuro. Pues estas tres suertes de tiempo existen en nuestro espíritu y no los encuentro en otro lado. El presente del pasado es la memoria; el presente del presente es la intuición directa; el presente del porvenir es la espera.

También Agustín de Hipona observó y expresó de un modo original la paradoja de la inconsistencia ontológica producida por el tiempo, paradoja que ya había conmovido al pensamiento de la antigüedad: el pasado no está más, el futuro

todavía no está mientras que el presente siempre está por venir o ya ha pasado; en el tiempo no hay ser.

Cada instancia del tiempo, pasado, presente y futuro, se convierte, siguiendo un orden irreversible en la instancia que le sigue: el tiempo no pertenece a ninguna de ellas por separado, sino que se encuentra precisamente en la transición (hecha de sucesión y de continuidad a la vez) de una fase a otra.

A esta concepción subjetivista del tiempo —en la que tiempo y conciencia hacen unidad—cuyo primer momento lo constituyó el análisis de Agustín y en el siglo xx de manera directa o indirecta los análisis de Husserl y de Heidegger, se opone la idea, por lo general propia de la ciencia fáctica, de un tiempo objetivo. En ella se apoya el determinismo, ese modo de concebir el tiempo de manera fluvial, un tiempo en el cual el pasado se dirige al presente y luego al futuro. De acuerdo con ella, el futuro no es sino el desarrollo —conforme a una legalidad que la ciencia ha de develar— de lo que ya fue dado inicialmente.

A la concepción de la tradición subjetivista agustiniana del tiempo se opone, pues, la concepción de un tiempo objetivo. Esta afirma la existencia de un tiempo de la Naturaleza, independiente de la conciencia. Si el subjetivismo kantiano justifica la validez del conocimiento científico, afirmando que se trata de un conocimiento exclusivamente fenoménico, es decir, de la inteligibilidad —digamos superficial— de lo dado sobre fondo de un tiempo de la sensibilidad y de un espacio “proyectados” por la conciencia, es decir, de un conocimiento relativo al hombre y no de un conocimiento de la cosa tal como es en sí, fuera de la conciencia, la concepción objetivista del tiempo, habitual en las ciencias “duras”, supone en cambio que las ciencias conquistan con sus investigaciones los secretos de una realidad desplegada en el entramado de una temporalidad autónoma e indiferente a la existencia de toda conciencia, y por lo tanto, indiferente al hecho de ser o de no ser conocida.

Lo que ahora me interesa es examinar un supuesto metafísico que, como había señalado al comienzo, es fundacional para la ciencia natural de la modernidad. Se trata de la afirmación metafísica de la homogeneidad del tiempo. Esta homogeneidad es una condición insuperable para la posibilidad de transformar la Naturaleza, como sucedió primero con Galileo y Newton, en una naturaleza mensurable y calculable, en una nueva Naturaleza preparada para la ciencia matemática.

## La homogeneidad del tiempo y el problema de su medición

La mensurabilidad del movimiento supone la mensurabilidad del tiempo y esta, a su vez, su homogeneidad: el tiempo no debe poder cambiar –acelerarse, detenerse, por ejemplo– en cada punto de su misteriosa realidad si ha de servir como referencia para establecer la medida de los cambios que sobre su curso supuestamente homogéneo tienen lugar en la Naturaleza.

La medición del tiempo es confiada a un dispositivo que nos es bien familiar: el reloj. La importancia del reloj en los dos últimos siglos ha sido tal, que se ha llegado a decir que fue su utilización sistemática y no la de la máquina a vapor lo que ha constituido la verdadera revolución de la modernidad.

Un reloj es, por lo esencial, un instrumento diseñado de tal modo que pueda realizar y exhibir un movimiento regular uniforme, es decir, un cambio regular y uniforme en el tiempo. El reloj de sol, por ejemplo, proporciona la medida del tiempo transcurrido mostrando las diversas posiciones de una sombra proyectada sobre un plano previamente dividido en segmentos iguales entre sí. Cada segmento es la reiteración del segmento escogido como unidad de medida; un metro, un centímetro, etcétera, y cada una de estas unidades de medida del espacio representa, a su vez, una duración (un segundo, un minuto). En los relojes analógicos el trayecto del móvil suele ser circular y no rectilíneo; en los digitales, la regularidad es dada por la cantidad de vibraciones, es decir, de dilataciones en el espacio, de un cuarzo por segundo; en el reloj atómico, por la cantidad de emisiones por unidad de tiempo, etcétera.

El reloj cumple su movimiento regular uniforme en el tiempo supuesto homogéneo, sin que el tiempo esté en absoluto directamente concernido, sin que su homogeneidad supuesta esté de algún modo verificada o demostrada: *sobre el tiempo en sí mismo, el reloj no nos da ninguna información*. Lo único que nos ofrece es la magnitud del cambio realizado en el espacio (por un movimiento supuesto regular en un tiempo *supuesto homogéneo*). Dicho en otras palabras, como diría un economista, el tiempo no constituye un insumo para el reloj destinado a ser medido por él; ningún reloj recibe a través de algún captor y procesa el tiempo para darnos su medida ni, ante todo, para cerciorarse de su supuesta homogeneidad.

Ahora bien, la imposibilidad de garantizar la homogeneidad de aquello que llamamos “tiempo” se vuelve a su vez imposibilidad de garantizar la regularidad de un movimiento. Si el reloj no nos entrega una medida del tiempo ni tampoco puede garantizar su homogeneidad y solo ofrece una oscura referencia indirecta a él a través del espacio recorrido por un movimiento *supuestamente*

*regular... ¿cómo sabemos que este movimiento que cumplen, por ejemplo, las agujas, es regular? Una irregularidad podría provenir tanto de un desplazamiento no regular de las agujas en el tiempo supuesto homogéneo como también de un curso no homogéneo del tiempo mientras las agujas se mueven de manera uniforme. No hay modo de verificar la regularidad del movimiento de las agujas si no es recurriendo a otro reloj, con el que, a su turno, obviamente enfrentaríamos el mismo problema. Si regresivamente llevamos a término este razonamiento, que lejos de esconder algún sofisma permite hacer aparecer un problema tan simple como extraordinario, se pondrá en evidencia que nunca pudo construirse un primer reloj; y por tanto, ningún reloj, al menos ningún reloj que cumpla con lo que de él esperamos: la medición del tiempo. Seguimos hoy sin saber, con nuestros relojes atómicos notablemente “precisos”, si sus emisiones son regulares en el tiempo; tampoco sabemos si el tiempo es homogéneo en su curso.*

El desplazamiento del sol en el cielo constituyó inicialmente el paradigma de la regularidad y uniformidad de un movimiento. Una regularidad y uniformidad que como hemos visto, es doblemente supuesta pero inverificable. La construcción de relojes más “precisos”, lejos de solucionar el problema lo arrastró inevitablemente, pues la situación ante la que nos encontramos es constitutiva y por ello no puede ser resuelta con la obtención de aparatos de medida capaces de producir de un modo regular una mayor cantidad de cambios por unidad de tiempo.

El reloj no parece pues revelarnos nada acerca del tiempo y, como pensaba Bergson (1859-1941) solo nos da una indicación espacial, utilizable con fines prácticos: cuando las agujas del reloj de A y las del de B se encuentren en tal posición, se han de encontrar ambos en tal o tal lugar para cumplir con su cita.

Al preguntar la hora se me informa sobre un “cuanto” de unidades de tiempo que se han obtenido, como lo hemos visto, realizando una presuposición de tipo metafísico: que el tiempo es homogéneo. Y no disponemos de ningún conocimiento de que esto sea así.

Nuestra única relación con el tiempo pareciera estar establecida en nuestra conciencia del tiempo y no gracias a algún dispositivo objetivo como el reloj. *La relación de nuestra conciencia con el tiempo es la conciencia del “ahora”; la posibilidad de experimentar el “ahora” es lo que –cada vez que observamos el reloj– nos permite comprender que “ahora” son las 17 h y así dar algún significado temporal a la información del reloj.* Y esta relación entre la conciencia y el tiempo no puede ser medida. En efecto, cualquier tipo de medición posee dos exigencias que deben ser cumplidas: 1. que se fije una unidad de medida, 2. que exista una simultaneidad de las partes de aquello que va a ser medido. *Ahora bien, en el*

*tiempo no hay simultaneidad de partes y únicamente nos es dado de él un “punto” a la vez: el instante presente.* La simultaneidad de las partes del espacio es posible, la de las “partes” del tiempo, no (lo que explica, según Bergson, que el reloj sea una supuesta –aunque imposible– transcripción espacial de la experiencia del tiempo).

El más sofisticado reloj de hoy, cuyo servicio a la causalidad, es decir a la física –y también a la vida corriente– es indudable, constituye por lo tanto un instrumento elaborado sobre supuestos incontrolables *por principio*, y por ello, imposibles de ser transformados en conocimiento por el progreso de la ciencia.

En cada medición el tiempo nos es dada *de antemano* la experiencia que hace nuestra conciencia del “ahora”. Cuando digo: son las 14 h, mi único trato con el tiempo reside en el implícito “ahora” que pronuncio, sin el cual mi lectura del cuadrante carecería de cualquier sentido temporal. Mi experiencia del “ahora” es la única información directa que dispongo sobre el tiempo, pero precisamente ella no me es dada por el reloj.

En la indicación del reloj apuntamos al tiempo pero el tiempo no nos es dado. Basado en el supuesto metafísico de la homogeneidad del tiempo, el reloj es la más extraordinaria máquina metafísica que haya creado el hombre hasta el día de hoy. El más curioso producto de la filosofía.

## **Bibliografía**

Agustín de Hipona (2011). *Confesiones*. Madrid: Alianza.

Aristóteles (2008). *Física*. Madrid: Gredos.

Bergson, Henri (1999). *Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia*. Salamanca: Sígueme.

Heidegger, Martin (2014). *Seminarios de Zollikon*. Barcelona: Herder.

Kant, Immanuel (2005). *Crítica de la razón pura*. México: Porrúa.



# El tiempo en la *Physica* de Aristóteles. Algunas consideraciones sobre la “interpretación realista”\*

Sergio Barrionuevo\*\*

Los estudios filosóficos en torno al tiempo han sido abordados tradicionalmente desde la historia de la filosofía a partir de dos “hitos” (*Wegmarken*), los cuales se pueden resumir esquemáticamente en: a) el tratamiento aristotélico del “tiempo-número” como expresión de una “concepción objetiva” (Aristóteles, *Physica* IV: 10-14) y b) la lectura agustiniana del tiempo interno como expresión de la “concepción subjetiva” (Agustín, *Confesiones* liber XI). Según gran parte de la moderna historiografía

---

\* Este trabajo es una versión española que presenta, de manera resumida, los resultados del artículo: “Time, Count and Soul in Aristotle. A Interpretation of *Physica* IV.14, 223a25-26”, *Agora* 36, vol. 1, 2017, al cual remitimos para un desarrollo más detallado de los argumentos, fundamentalmente en lo que respecta a nuestra interpretación. Este artículo fue realizado con el apoyo de una beca doctoral de Conicet y elaborado en el marco del Proyecto UBACYT 2013-2016 (Código: 20020120100073), dirigido por Julián Gallego y Carlos García Mac Gaw en la Universidad de Buenos Aires (Argentina). También está vinculado a las actividades desarrolladas en los Proyectos ICI-UNGS 2015-2016 (Código: 30/1109), dirigido por Marta Madero y Eleonora Dell’Elicine en Universidad Nacional de General Sarmiento (Argentina) y PICT-2015-2064 (Res. 240/16), dirigido por Diego Paiaro en la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (Argentina).

\*\* Profesor universitario en Historia y en Filosofía. Estudiante de Doctorado en Historia (Área Historia Antigua) de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Investigador-Docente del Área de Historia-Instituto de Ciencias-Universidad Nacional de General Sarmiento.

de la filosofía, la historia de las concepciones filosóficas del tiempo alternaría casi pendularmente entre estas posibilidades. Este tipo de lectura proviene de modelos de explicación histórica propuestos por la “historia de las ideas” (Lovejoy, 1940) y retomados por muchos historiadores de la filosofía, ya sea tanto desde la vertiente dialéctica (Zeller, 1876) como de la crítico-positivista (O’Connor, 1967: 9-11). No obstante, como queda en evidencia tras el debate historiográfico reciente en torno a los modelos explicativos de las ideas (Skinner, 1969), estos modelos pendulares resultan insuficientes para abordar estos problemas de manera histórica (Rorty, Schneewind y Skinner, 1984; Mársico, 2010). Asimismo, estas lecturas historicistas caen en anacronismos conceptuales, al atribuir al mundo antiguo la oposición sujeto-objeto, interior-exterior, como constitutiva de su conceptualización de  $\psi\upsilon\chi\eta$  y *ánima*, respectivamente (Barrionuevo, 2012).

Los trabajos clásicos sobre este tema en el pensamiento de Aristóteles proponen una lectura “realista” del vínculo entre tiempo y alma, es decir, que el tiempo en cuanto entidad tiene existencia independientemente del alma capaz de percibirlo.<sup>1</sup> Sin embargo, a fines del siglo xx varios especialistas han propuesto algunas lecturas fenomenológicas del tiempo (Volpi, 1988; Vigo, 2006). Asimismo, estas lecturas se sostienen sobre la extendida crítica realizada por Martin Heidegger a la concepción aristotélica del tiempo como fundamento de *das vulgäre Zeitverständnis* (Heidegger, 1967 y 1975), que marcó gran parte de la filosofía del tiempo durante el pasado siglo. Sin embargo, también ha merecido críticas, principalmente por Jacques Derrida (1972).<sup>2</sup> En los últimos veinte años la cuestión se ha visto renovada por una serie de trabajos que retoman el estudio del tiempo en Aristóteles.<sup>3</sup> Razón por la cual, en este breve trabajo analizaré los fundamentos de la “interpretación realista” de Aristóteles, para luego sugerir de manera “intuitiva” una posible hipótesis de lectura. Dado que este trabajo se propone como un resumen extendido que sirva de aproximación a la problemática, no desarrollaré en detalle los argumentos contra la lectura “realista”, ni a favor de nuestra hipótesis, tan solo me limito a señalar la condición problemática de la cuestión (Barrionuevo, 2017).

---

1 W. D. Ross es uno de los especialistas que estableció esta interpretación estándar durante gran parte del siglo xx, principalmente en *Aristotle’s Physics*, *op. cit.*, y luego ampliamente difundida en *Aristotle: A Complete Exposition of his Works & Thought* (1959). Esta interpretación fue seguida por V. Goldschmidt (1982), así como por gran parte de los traductores de la *Physica* durante el siglo xx, a pesar de que algunos de ellos presenten ciertas reservas: Carteron (1952), De Echandia (1995), Hussey (1993) y Vigo (1995).

2 Contra la lectura heideggeriana, también se puede ver Barrionuevo (2012b) y Berti (2011).

3 Al respecto, ver Protevi (1994); Bolotin (1998); Berti (2005); Bostock (2006); Coope (2005); Lennox y Bolron (2010); Harry (2015).

## El vínculo tiempo-alma en la *Physica* de Aristóteles

Aristóteles en su definición del tiempo afirma:

ἔστιν ὁ χρόνος, ἀριθμὸς κινήσεως κατὰ τὸ πρότερον καὶ ὕστερον  
el tiempo es el número del movimiento según lo anterior y lo posterior.  
(Aristóteles, *Physica* IV.11, 219b1-2)<sup>4</sup>

Para luego, en el capítulo 14, establecer un vínculo entre tiempo y alma, el cual es presentado de manera oscura y concisa. En este pasaje desarrolla los atributos del tiempo-número, así como las implicancias de definirlo de esa manera. En ese contexto, plantea que concebir al tiempo como número implicaría un vínculo con la facultad de numerar y, por ende, con la naturaleza del agente de numeración, en función de lo cual presenta el siguiente problema: ¿qué relación se establece, entonces, entre tiempo y alma? El pasaje en el que Aristóteles bosqueja el problema y desarrolla los argumentos, es presentado de forma muy condensada, el mismo reza lo siguiente:

πότερον δὲ μὴ οὐσίας ψυχῆς εἶη ἂν ὁ χρόνος ἢ οὐ, ἀπορήσειεν ἂν τις. ἀδυνάτου γὰρ ὄντος εἶναι τοῦ ἀριθμήσοντος ἀδύνατον καὶ ἀριθμητὸν τι εἶναι, ὥστε δήλον ὅτι οὐδ' ἀριθμὸς. ἀριθμὸς γὰρ ἢ τὸ ἠριθμημένον ἢ τὸ ἀριθμητὸν. εἰ δὲ μηδὲν ἄλλο πέφυκεν ἀριθμεῖν ἢ ψυχὴ καὶ ψυχῆς νοῦς, ἀδύνατον εἶναι χρόνον ψυχῆς μὴ οὐσίας, ἀλλ' ἢ τοῦτο ὃ ποτε ὄν ἔστιν ὁ χρόνος, οἷον εἰ ἐνδέχεται κίνησιν εἶναι ἄνευ ψυχῆς. τὸ δὲ πρότερον καὶ ὕστερον ἐν κινήσει ἔστιν-χρόνος δὲ ταῦτ' ἔστιν ἢ ἀριθμητὰ ἔστιν.

Por otra parte, ¿Podría existir o no el tiempo si el alma no tuviese existencia? Pues, si es imposible que exista aquello que numera; es imposible, igualmente, que exista aquello numerable, de modo que es evidente que no podría existir ningún número; puesto que número es o bien aquello numerado o bien aquello numerable. Si, en efecto, a ningún otro que no sea el alma, es decir, el intelecto en tanto capacidad del alma, le ha sido dada por naturaleza la capacidad de numerar, entonces resulta imposible que exista el tiempo de no tener existencia el alma; a menos que como aquello que el *tiempo* por estar *siendo* lo numerable en un determinado momento, exista;<sup>5</sup> como si le fuese posible existir independientemente del alma tal como el movimiento. Puesto que lo “anterior” y lo “posterior”

4 Todas las traducciones al texto de la *Physica* me pertenecen.

5 Para los argumentos a favor de la traducción de esta oración a partir de la interpretación de la fórmula ὃ ποτε ὄν, ver Barrionuevo (2013).

existen en el movimiento; así el tiempo existiría a causa de estos, en tanto son numerables (Aristóteles, *Physica* IV.14, 223a: 21-29).<sup>6</sup>

## La “interpretación realista”: el argumento

La “interpretación realista” o también llamada “estándar” propone interpretar este pasaje de acuerdo con el siguiente argumento: dado que el tiempo es un tipo de número (ἀριθμός) y todo lo que es número es o bien numerado (ἡριθμήμενον) o bien numerable (ἀριθμητόν), y teniendo en cuenta, además, que los seres con alma (*i.e.* con νοῦς) son los únicos que tienen la capacidad de numerar (πέφυκεν) y el movimiento (κίνησις) en cuanto numerable existe independientemente del alma. Por lo tanto, si el tiempo es numerable del mismo modo que el movimiento, puede existir sin el alma.

## Lenguaje analítico propuesto

Para analizar este pasaje propongo un lenguaje analítico compuesto básicamente de dos conceptos:  $\varphi$ -able para referir a aquella entidad cuya esencia se define “potencialmente” y “capaz de hacer  $\varphi$ ” en referencia al agente que realiza (*i.e.*, pone en acto) la potencia lo  $\varphi$ -able.

## Fundamentos de la “interpretación realista”: independencia de lo $\varphi$ -able y prioridad ontológica

Los defensores de la “interpretación realista” se sostienen en dos pasajes de *Metaphysica*.<sup>7</sup> En primer lugar, en el pasaje en el que Aristóteles afirma la independencia de “lo sensible” (τὸ αἰσθητόν) en cuanto a su  $\varphi$ -abilidad:

τὸ δὲ τὰ ὑποκείμενα μὴ εἶναι, ἃ ποιεῖ τὴν αἴσθησιν, καὶ ἄνευ αἰσθήσεως, ἀδύνατον.

---

6 Una exposición detallada de las implicancias de la posición aristotélica la he desarrollado en Barrionuevo (2012b). Asimismo, la traducción que aquí presentamos corresponde a la publicada en dicho artículo, aunque con leves modificaciones a partir del estudio citado en la nota anterior.

7 Para el texto griego sigo la edición de Ross (1924), mientras que para la traducción sigo Calvo Martínez (2000), solo en aquellos casos donde se lo indica.

es imposible que no existan los sustratos que producen la sensación, cuando no existe la facultad sensitiva (Aristóteles, *Metaphysica* IV.5, 1010b: 34-35).

De acuerdo con la “interpretación realista”, en este pasaje Aristóteles estaría estableciendo que para todo aquello que tiene un sustrato-φ, dado que el sustrato es φ-able, es decir que se puede determinar potencialmente, *no es necesario* que haya “seres capaces de hacer φ”, es decir, actualizar su potencia, para que para que ello exista.

En segundo lugar, retoman uno de los *locus classicus* en torno a la “prioridad ontológica”:

... τὰ δὲ κατὰ φύσιν καὶ οὐσίαν, ὅσα ἐνδέχεται εἶναι ἄνευ ἄλλων, ἐκεῖνα δὲ ἄνευ ἐκείνων μή· ἢ διαίρεσει ἐχρήσατο Πλάτων. (ἐπεὶ δὲ τὸ εἶναι πολλαχῶς, πρῶτον μὲν τὸ ὑποκείμενον πρότερον, διὸ ἡ οὐσία πρότερον, ἔπειτα ἄλλως τὰ κατὰ δύναμιν καὶ κατ’ ἐντελέχειαν· τὰ μὲν γὰρ κατὰ δύναμιν πρότερά ἐστι τὰ δὲ κατὰ ἐντελέχειαν...)

... todas las cosas pueden existir sin otras, pero no éstas sin ellas, distinción esta que utilizaba Platón. (Y puesto que “ser” *se dice en muchos sentidos*, tenemos, en primer lugar, que el *sustrato* es anterior y, por tanto, la οὐσία es anterior, y en segundo lugar, que “anterior” y “posterior” se dicen de distinta manera *según el estado de actualización*: en efecto, ciertas cosas son anteriores según la potencia y otras según el estado de actualización...) (Aristóteles, *Metaphysica* V.11, 1019a: 2-14, trad. Calvo Martínez).<sup>8</sup>

De acuerdo con los especialistas, Aristóteles en este pasaje establece un “principio de prioridad ontológica” *según naturaleza y entidad* de acuerdo al cual para todo X este es *anterior* a Y, si o bien X *puede ser sin Y, y no viceversa* (1019a: 3) y dado que “ser” tiene múltiples significados (1019a: 4-5), es posible aplicar esta prioridad, o bien *según el esquema de la categorías*, la οὐσία *qua* ὑποκείμενον de la atribución accidental es anterior <a los predicados accidentales> (1019a: 5-6); o bien *según potencia y acto*, en el caso de *compuestos* por elementos distinguibles según modalidad ontológica de potencia y acto, algo es *potencialmente anterior*, en cuanto alcanza la existencia actual si el todo del que forma parte se disuelve (1019a: 6-11). Este principio, según los defensores de esta interpretación, habría sido aplicado por el Estagirita para el caso del vínculo entre tiempo y alma. Sin embargo, ello no es explícito en el pasaje, ni queda necesariamente implícito en la argumentación aristotélica.

<sup>8</sup> Las cursivas son mías, tanto en el texto griego como en la traducción.

## Consideraciones finales: una posible interpretación<sup>9</sup>

Para finalizar este trabajo quisiera proponer, solo a modo de presentación, una hipótesis de lectura como interpretación alternativa para este pasaje. Aristóteles estaría aplicando un principio que no habría desarrollado teóricamente en su obra metafísico-epistemológica, el cual establecería un tipo distinto de prioridad que podríamos llamar “prioridad noética”. Este establecería que: Es imposible que aquello que sea  $\varphi$ -able –bajo el supuesto de su “separación en el intelecto”–, exista sin “seres capaces de  $\varphi$ ”. De manera que a partir de estos principios se puede afirmar una “dualidad de la potencia”: por un lado, la potencia del objeto externo derivado del principio de prioridad ontológica establecido en *Metaphysica* y que sería válido para los “seres  $\varphi$ -ables” que tienen  $\psi\text{ποκείμενον}$  (sustrato), como ocurriría con “lo sensible” ( $\tau\acute{o}\ \alpha\iota\sigma\theta\eta\tau\omicron\nu$ ); mientras que, por otro lado, la potencia del agente derivado de este principio de “prioridad noética”, que estaría aplicando en el tratamiento del vínculo entre tiempo y alma, pero no sistematizado en sus trabajos teóricos.

## Bibliografía

- Barrionuevo, Sergio (2012a). “Percepción, intelecto y mundo físico. Una aporía de la razón moderna en el *De anima* de Aristóteles”. En Lorenzo, Luis y Paul, Andrea (comps.), *Perspectivas de investigación en filosofía: aporías de la razón moderna*, pp. 289-302. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- (2012b). “*Khrónos* y *psykhé*. Sobre una lectura heideggeriana de Aristóteles”. En Smolá, Julia y Torres, Sebastián (comps.), *Lecturas contemporáneas de la filosofía moderna*, pp. 131-146. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- (2013). “Nota sobre la fórmula *hó pote ón* en Aristóteles (*Physica* IV.14, 223a27)”. *El arco y la lira. Tensiones y debates*, n° 1, pp. 59-67.
- (2016). “Time, Count and Soul in Aristotle. A Interpretation of *Physica* IV.14, 223a: 25-26”, *Agora* vol. 1, n° 36.

---

9 Para una crítica a la lectura realista y un desarrollo de los argumentos a favor de nuestra interpretación, ver Barrionuevo (2017); así como algunos argumentos contra la lectura “realista” se puede encontrar también en Barrionuevo (2013: 63-65).

- Berti, Enrico (2005). “Il tempo in Aristotele”. En *Nouvi Studi Aristotelici. II: Fisica, antropologia e metafisica*. Brescia: Morcelliana.
- (2011). *Ser y tiempo en Aristóteles*. Buenos Aires: Biblos.
- Bolotin, David (1998). *An Approach to Aristotle's Physics*. Nueva York: State University of New York.
- Bostock, David (2006). *Space, Time, Matter, and Form: Essays on Aristotle's Physics*. Oxford: Clarendon Press.
- Calvo Martínez, Tomás (2000). *Aristóteles, Metafísica*. Madrid: Gredos.
- Carteron, Henri (1952). *Aristote, Physique*. París: Les Belles Lettres.
- Coope, Ursula (2005). *Time for Aristotle. Physics IV.10-14*. Oxford: Clarendon Press.
- De Echandía, Guillermo (1995). *Aristóteles, Física*. Madrid: Gredos.
- Derrida, Jaques (1972). “Ousia et Gramme. Note sur une note de *Sein und Zeit*”. En *Marges de la philosophie*. París: Les Editions de Minuit.
- Goldschmidt, Victor (1982). *Temps physique et temps tragique chez Aristote*. París: Vrin.
- Gomperz, Theodor (1896-1909). *Griechische Denker. Eine Geschichte der antiken Philosophie*, 3 vols. Leipzig: Veit & comp.
- Harry, Chelsea (2015). *Chronos in Aristotle's Physics: On the Nature of Time*. Heidelberg: Springer.
- Heidegger, Martin (1967). *Sein und Zeit*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- (1975). *Die Grundprobleme der Phänomenologie, Gesamtausgabe 24*. Frankfurt am Main: Vittorio Klosterman.
- Hussey, Edward (1993). *Aristotle's Physics Books III and IV*. Oxford: Clarendon Press.
- Lennox, James y Bolron, Robert (eds.) (2010). *Being, Nature, and Life in Aristotle: Essays in Honor of Allan Gotthelf*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lovejoy, Arthur (1940). “Reflections on the History of Ideas”. *Journal of History of Ideas*, vol. I, n° 1, pp. 3-23.
- Mársico, Claudia (2010). *Zona de tensión dialógica*. Buenos Aires: Del Zorzal.
- Protevi, John (1994). *Time and Exteriority: Aristotle, Heidegger, Derrida*. Lewisburg: Bucknell University Press.

- Rorty, Richard; Schneewind, Jerome y Skinner, Quentin (eds.) (1984). *Philosophy in History. Essays on the Historiography of Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ross, William (1924). *Aristotle's Metaphysics. A Revised Text with Introduction and Commentary*. Oxford: Oxford University Press.
- (1936). *Aristotle's Physics. A Revised Text, with Introduction and Commentary*. Oxford: Clarendon Press.
- (1959). *Aristotle: A Complete Exposition of his Works & Thought*. Nueva York: Meridian Books.
- Skinner, Quentin (1969). "Meaning and Understanding in the History of Ideas". *History and Theory*, vol. 8, nº 1, pp. 3-53.
- Verheijen, L. (1981). *Augustinus, Confessiones*. Corpus Christianorum Latin Lexicographical Series, 27. Turnhout: Brepols.
- Vigo, Alejandro (1995). *Aristóteles, Física libros III-IV*. Buenos Aires: Biblos.
- (2006). "Indiferentismo ontológico y fenomenología en la *Física* de Aristóteles", en *Estudios Aristotélicos*. Navarra: EUNSA.
- Volpi, Franco (1998). "Chronos und Psyche. Die aristotelische Aporie von *Physik* IV, 14, 223a16-29". En Rudolph, Enno (ed.), *Zeit, Bewegung und Handlung, Studien zur Zeitbehandlung des Aristoteles*, pp. 26-62. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Zeller, Edoardo (1876-1882). *Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung*. Leipzig: R. Reisland.
- Zeller, Edoardo y Mondolfo, Rodolfo (1932-1961). *La filosofia dei greci nel suo sviluppo storico*. Florencia: La Nuova Italia.

# La naturaleza del tiempo. Entre la expansión subjetiva y la exterioridad objetiva

*Jessica Torti\**

*El tiempo es una cierta parte de la eternidad.*

Marcus Tullius Cicero

La pregunta acerca del tiempo resulta tan antigua como el hombre mismo. En cuanto consideración de carácter primariamente filosófico, la reflexión acerca de los sentidos en que fue entendido aquel concepto a lo largo de la historia se remontan a los primeros hombres al igual que la Filosofía misma, aunque sus pensamientos no llegasen hasta nosotros. Es por esta razón que la Filosofía proporciona un buen punto de partida para preguntarnos acerca del Tiempo, o para al menos comenzar a dimensionar la madeja de la cuestión. Pretendo realizar un contrapunto entre la noción de tiempo presentada por San Agustín –primer filósofo medieval o uno de los últimos antiguos, según la interpretación–; con la concepción de tiempo que se desprende de Friedrich Hegel. Partiré para ello de la obra *Confesiones* de San Agustín, y de varios textos de Hegel, principalmente la *Fenomenología del espíritu*. Cabe aclarar que, por razones de

---

\* Profesora universitaria de Educación Superior en Filosofía y profesora universitaria de Educación Superior en Historia por la Universidad Nacional de General Sarmiento. Estudiante del Doctorado en Filosofía Antigua de la Universidad del Salvador.

extensión, no pretendo exhaustividad ni mucho menos el agotamiento de la bibliografía utilizada, ni sugiero que sea esta la única pertinente.

San Agustín se pregunta en el mencionado tratado por la posibilidad humana del autoconocimiento, es decir, de la determinación de uno mismo desde su propia interioridad. Responderá el autor que es imposible, puesto que no es un ser autosuficiente respecto de su origen, por lo cual conocerse a sí mismo implica para este filósofo conocer la relación del hombre con el ser que lo ha creado, léase, Dios, que trasciende y determina la propia subjetividad humana. Esto no impide, sin embargo, en el hombre, su deseo de autoconocimiento, aun bajo su condición de finitud y criatura creada axioma incuestionable del que parte su obra. San Agustín dirá entonces que el hombre podrá determinarse, conocerse, a partir de su trascendencia hacia Dios, en cuanto su creador. Buscará entonces conocer a Dios para llegar a conocerse en cuanto hombre. Este proceso, se figura el autor, será continuo y constante, pues no posee conocimientos definitivos sobre Dios o sobre sí mismo. Esto se debe a que el hombre –como ser finito– no puede acceder a un conocimiento completo de la infinitud de Dios; no obstante, San Agustín confiará en la infinita sabiduría y perfección divinas, elevando plegarias a la deidad para que le brinde las respuestas que ansía.

Este camino de búsqueda se desenvolverá a través de un monólogo del filósofo, que se tornará diálogo con su Dios. San Agustín concibe a este Dios como eterno, perfecto e inmutable, creador de todo, por lo cual la naturaleza reflexiva del hombre se encuentra siempre ligada y referida al proyecto divino del creador, que lo guía y dirige a través de sus pensamientos. De esta manera, la reflexión agustiniana sobre el tiempo se enmarcará inexorablemente en consideraciones teológicas de raigambre monoteísta. La inquietud agustiniana por el tiempo comienza al cuestionar el modo en que Dios ha realizado su creación, cuando a partir del Génesis bíblico afirma: “en el principio creó Dios los cielos y la tierra”, para luego preguntarse “pero, ¿cómo hiciste el cielo y la tierra?” (San Agustín, 2011: 45, §7). Apoyándose en la Biblia, San Agustín dejará establecida la *creatio ex nihilo*, es decir, la creación de todo a partir de la nada, sin requerir ninguna materia para su producción –a diferencia del artesano, que necesita materia preexistente para generar algo nuevo–. Afirma el autor que la creación fue realizada por Dios a través de la palabra: “hablaste y las cosas fueron hechas y las hiciste con tu palabra” (San Agustín, 2011: 43, §5). Agrega, además: “tu palabra eterna se produce en silencio” (San Agustín, 2011: 47, §8); la palabra de Dios es necesariamente silencio porque habla sin expresión lingüística. Dios es acto puro, por ello su hablar es exteriorización, corporalización de la palabra, que es creación al momento de ser pronunciada. Por su carácter temporal, mientras

que Dios y su palabra silenciosa son eternos, el hombre necesita que la creación sea traducida en lenguaje porque solo puede entender las palabras en un orden temporal; por eso no puede conocer al Dios eterno que se encuentra fuera del tiempo. En este sentido, al definirse el ser mismo del hombre en función de características medidas temporalmente pues el ser humano es finito y temporal, se presenta una gran dificultad para comprender lo eterno y también por ello al tiempo, es decir, la temporalidad creada por Dios. De todas formas, San Agustín reconoce al hombre como el único ser capaz de percibir el tiempo y otorgarle un significado, gracias a la doble naturaleza humana, espiritual y corporal. Es que por la facultad de razonar que Dios le ha otorgado, el hombre puede cuestionar su capacidad de autodeterminación y notar la necesidad de trascenderse hacia el creador, pero al no poder comprender la eternidad de este, comienza a preguntarse por su antítesis inmediata, esto es, el tiempo, como creación divina de la cual forma parte y que se define en oposición al Dios eterno.

La respuesta a la pregunta formulada por San Agustín vendrá por su experiencia individual siempre mediada por la omnisciencia y la guía introspectiva de Dios, que le permitirá notar la experiencia del tiempo. Concluirá que el tiempo es independiente de los hechos que en él ocurren; es que si el hombre puede dar cuenta de que los momentos se suceden o de que los cuerpos están en movimiento o en reposo es porque puede mensurar el tiempo transcurrido en cada caso, y solo el tiempo nos permite como magnitud medir los movimientos y duraciones, pero no puede él mismo medirse y por ello tampoco definirse de manera cuantitativa. De allí deducirá que debe preguntarse por el tiempo no cuantitativa sino cualitativamente, por su razón de ser. Pero para preguntarse por el ser de algo, debemos referirnos a algo invariable, que *sea*, de otro modo se definiría por la vía negativa por lo que *no es*, lo que dejó de ser, y sería un *no-ser*. Por eso, para buscar el ser del tiempo, debe considerarlo invariable; pero el tiempo, por definición, varía en su transcurrir permanente. Para resolver esta aporía, San Agustín cambia los términos de su pregunta, recurriendo a la pregunta del maniqueísmo (su religión, previa al cristianismo) sobre cuál era la actividad de Dios antes de la creación. Dirá que la pregunta estaba mal formulada, pues no puede existir un *antes* si aún no hay creación, y dirá: “no hubo tiempo alguno en que no hubiese tiempo”. Es que Dios mismo crea todo, incluido el orden temporal, el cual se subsume en la eternidad creadora que se encuentra por encima de él: “tampoco hiciste el universo en el universo, porque no había dónde hacerlo, antes de que lo hubieses hecho, para que fuera” (San Agustín, 2011). Así, el tiempo se ha hecho con la creación y no puede haber tiempo antes de ese acto, pues está fuera del tiempo y pertenece

a la voluntad divina, que es eterna. Al ser eterno, Dios no puede formar parte de la temporalidad, sino que se halla por encima del tiempo; él genera la temporalidad al exteriorizar su Palabra. Así, el tiempo será definido por San Agustín en oposición a lo eterno, que carece de tiempo por *ser* plenamente, en contraposición al tiempo, que tiende a *no ser*. Este *no ser* refiere a que el tiempo cambia y se transforma constantemente, de futuro a pasado, no puede coexistir simultáneamente todo el ser del tiempo, porque eso sería la eternidad. En este sentido, dirá San Agustín que como hombre no puede concebir lo eterno, ya que él mismo es un ser temporal y lo eterno carece de tiempo: un ser sin tiempo es entonces uno tal que se manifiesta plena y simultáneamente, en un presente permanente, es decir, Dios.

Así, intentará ver el problema desde la perspectiva del esquema temporal de pasado, presente y futuro, y al preguntarse por el *ser* del tiempo, notará que el presente es el único tiempo que propiamente *es*, mientras que el pasado ya *no es* y el futuro *todavía no es*, y lo que *no es* no puede definirse o medirse. Cae entonces en la cuenta de que lo que realmente medimos, en el esquema del tiempo, es el paso del futuro al pasado: del *no ser* al *ser* y del *ser* al *no ser*. Por eso no podemos comprender el tiempo sino como la experiencia de tres vertientes o tiempos: el pasado dejó de *ser* y el futuro aún no llegó a *ser*, mientras que el tiempo presente –que *es*– solo puede dividirse teoréticamente, de manera abstracta, porque no tiene en realidad un lugar donde medirse, carece de espacio temporal cuantificable y, por lo tanto, es inasequible. Por esta razón resta pensar que para San Agustín el tiempo consiste en un *no-ser*, en el cual el presente no puede aprehenderse más que como anticipación de futuro o una evocación por imágenes de lo pasado o bien una transformación de lo futuro en pasado. Si bien, como dijimos, el presente no tendría espacio para ser medido, paradójicamente solo podría hablarse del tiempo como la dimensión presente, cuyos tres aspectos son el presente del pasado, el presente del presente y el presente del futuro. Dice San Agustín a continuación: “... el tiempo no es otra cosa que una expansión: ¿de qué cosa? No lo sé, pero me asombraría que no fuera del espíritu mismo” (San Agustín, 2011: 79). Es entonces el tiempo la expansión del espíritu del hombre, el despliegue, movimiento o afección de su alma.

Desde su experiencia temporal con el mundo, dirá el filósofo que el hombre tiene *sensación* de pasado, presente y futuro: en el caso del pasado, se encuentra en la memoria, que guarda todo lo que afectó anteriormente nuestra alma; siendo el *ser* del pasado una representación, una imagen de algo que ya ha sucedido. El futuro consistirá en la *premeditatio*, concebida por San Agustín como una prefiguración, proyección o interpretación que anticipa lo

que ocurrirá luego mediante signos dados en el pasado. Finalmente, el presente será la atención o *scientia*, como pasaje del *ser* al *no ser*, por ello no puede existir un presente o ahora puro –sin memoria ni premeditación– como ciencia pura del presente, porque ello sería un *ser* permanente que jamás deja de ser, y ello sería eternidad. El tiempo es, finalmente, tiempo del intelecto, que permite al hombre percibir el pasaje del *no-ser* al *ser* y del *ser* al *no-ser*; y es el alma la que articula un acontecimiento presente con el pasado o con el futuro, siendo sus operaciones psicológicas las que contienen el triple presente que constituye la expansión del alma humana.

A diferencia de San Agustín, que parte de considerar al tiempo como distensión del alma, Hegel no parte de analizar estados de conciencia (Pucciarelli, 1971) sino desde la naturaleza misma, como exterior al individuo. Sin embargo, ambos autores tienen un punto de contacto: su concepción de la naturaleza como temporalidad. San Agustín afirma que la creación es temporal: Dios realiza la creación –la naturaleza– y el tiempo simultáneamente; no existió un antes del tiempo porque la creación misma consiste en tiempo, exterioridad. De la misma manera, para Hegel no existe un tiempo como forma *a priori* de la sensibilidad, porque refuta la idea de que el tiempo consista en un *en sí* de donde/en donde surjan las cosas en su constante devenir; similar a la afirmación agustiniana de la inexistencia de tiempo previo a la creación: “no es en el tiempo donde surge y perece todo, sino que el tiempo mismo es ese devenir, ese surgir y perecer, el abstraer que-está-siendo” (Hegel, 2011: 317). El tiempo es entonces para Hegel el devenir mismo, el mundo, así como la exteriorización de Dios para San Agustín consiste en creación, tiempo. Siguiendo esta línea interpretativa, Hegel dirá que “únicamente lo natural está sometido al tiempo, en tanto es finito” (Hegel, 2011: 445), mientras que en oposición a esta finitud ubicará lo que San Agustín concibe como Dios: “... lo verdadero por el contrario, la idea, el espíritu, es eterno” (Hegel, 2011: 317). Para Hegel, la naturaleza –creación de Dios para San Agustín– se encuentra sometida al tiempo, mientras que el espíritu tiene una existencia exterior a aquel; en este sentido, el espíritu hegeliano puede ser asimilado al Dios agustiniano.

Por otra parte, dijimos antes que San Agustín da cuenta de la contradicción de preguntar por el ser de algo que se encuentra en constante cambio, en permanente tendencia hacia el *no-ser*; ya que algo para ser definido como tal requiere una permanencia plena en su estado. En este mismo sentido, Hegel dirá que la pregunta por el ser del tiempo es *exterior* al tiempo mismo, porque el tiempo no puede ser definido –léase, unilateralmente– y que de ahí proviene una contradicción: “... la contradicción de su ser; la abstracción de esta exterioridad

de su contradicción es el tiempo mismo” (Hegel, 2011). Hegel plantea la existencia de una contradicción en el hecho de que no pueda pensarse el tiempo como forma abstracta a priori, pero que tampoco pueda ser considerada una exterioridad concreta. Lo real, para él, es el tiempo, finito y limitado, pero que sin embargo no es concreto para la empiria; dirá que “lo real es desde luego distinto del tiempo, pero de manera igualmente esencial todo es idéntico al tiempo” (Hegel, 2011). En otras palabras, lo real es el tiempo (puesto que para que el hombre pueda aprehenderlo racionalmente, *debe* estar en el tiempo) y que lo que no es real se encuentra fuera de él, constituyéndose en su negación.

Para San Agustín, el tiempo surge desde la eternidad, que es exterior al tiempo, siendo así que el tiempo es aquí también la negación de la eternidad: el concepto de temporalidad queda aparejado al de mundo creado, finito. El ser del tiempo se extiende gradualmente a partir del paso del ser al no ser, pero la plenitud del ser se encuentra en lo inmutable, en la eternidad de Dios. Así también en Hegel encontramos esta idea del ser como plenitud inmutable: “... el concepto, en su identidad consigo [...], no está en el tiempo ni es temporal, sino que él es más bien el poder [o fuerza] del tiempo” (Hegel, 2011: 445). Su planteo es similar al de San Agustín cuando este afirma que Dios crea el tiempo; Hegel dice que la eternidad es la fuerza del tiempo. Así, el espíritu consiste en Hegel en el ser idéntico a sí mismo –por ser conciencia devenida autoconciencia–,<sup>1</sup> por eso carece de unilateralidad y asimismo de cambio, es absoluto. Por oposición, en la finitud no hay autoconciencia, por ello es inevitable el cambio, la no permanencia, el pasaje del ser al no-ser y viceversa.

Si Hegel concibe al tiempo como lo real, sería lógico presuponer que la eternidad será para él la negación de la temporalidad. Sin embargo, en la teoría hegeliana la unilateralidad de la definición jamás es bienvenida; por esta razón debemos añadir a lo anterior que el tiempo –la finitud– es a su vez la forma negativa de la eternidad –el *en sí*–: “... puesta de este modo para sí, la negatividad es el tiempo” (Hegel, 2011: 316). Con relación a esta cuestión, Hegel dirá que:

... el concepto de eternidad, sin embargo, no debe ser negativamente aprehendido tal como la abstracción del tiempo, a saber, como si la eternidad EXISTIERA de alguna manera fuera del tiempo [...] no en el sentido de

---

1 Si bien por razones de extensión no profundizaremos en la teoría hegeliana, es menester recordar ciertas ideas del autor. El espíritu *en sí* se enajena volviéndose *para sí* o *ser para otro*. Al enajenarse, se vuelve tiempo. Es esta la conciencia *de algo*, ya que para Hegel la conciencia y el objeto no son polos inflexibles y unilaterales sino que son reflexivos: el lugar de la conciencia puede ser el del objeto, y viceversa. Cuando el espíritu se toma a sí mismo como objeto de reflexión se vuelve autoconsciente y eterno (cfr. “El saber absoluto” en Hegel, 2009a).

que la eternidad venga después del tiempo; de este modo se convertiría en futuro, o sea, en un momento del tiempo (Hegel, 2011: 445; las mayúsculas son del original).

Este filósofo entonces considera que no puede definirse la eternidad en función del tiempo porque justamente carece de él —como bien afirmaba San Agustín—: lo eterno no puede existir si por existir se entiende, o supone, una duración, porque el concepto de duración no cabe en la eternidad y se le opone. Con respecto a la duración, aquí volvemos a encontrar ideas que ya se encontraban en aquel padre de la Iglesia, porque Hegel explica el tiempo como el devenir, no ya como distensión del espíritu humano, pero sí como el devenir del mundo, en los mismos tres aspectos que San Agustín: “... las dimensiones del tiempo, presente, futuro y pretérito, son el devenir en cuanto tal de la exterioridad y [son] la disolución del devenir en las distinciones del ser (como del pasar a la nada) y de la nada (como del pasar al ser)” (Hegel, 2011: 318). Continúa Hegel en esta misma dirección al afirmar que “el presente en cuanto ahora, [...] no es más que este desaparecer de su ser en la nada y de la nada en su ser. [...] El presente finito es el ahora fijado como siendo, [...] distinto de los momentos abstractos del pretérito y futuro; [...] no es más que *ser abstracto* que desaparece en la nada” (Hegel, 2011: 318; el destacado es nuestro). Esta consideración del presente como ser abstracto que desaparece en la nada se asemeja a la concepción agustiniana del presente como inasequible por carecer de un espacio temporal cuantificable, definido más como no ser, como pasaje de lo *aún no sido* a lo *sido*.

Sin embargo, no deben confundirse aquí los puntos de partida de Hegel y San Agustín: Hegel está pensando en el devenir del espíritu, en su *para sí* que es la naturaleza, mientras que San Agustín concibe al tiempo como distensión del espíritu humano, considerado así como una pura intuición. Pero cuando Hegel habla del tiempo “forma pura de la sensibilidad o del intuir” (Hegel, 2011: 312), está indicando que el tiempo no puede percibirse sensiblemente de manera concreta sino que se *intuye*, porque es abstracto: “... el tiempo es algo abstracto e ideal”. Por eso se refiere al tiempo como “el mero devenir intuido”.

Finalmente, así como para San Agustín el devenir del mundo está formado por la vida de los hombres, para Hegel las vidas humanas constituyen parte integrante del espíritu, el cual deviene constantemente —se exterioriza— en la vida: el devenir del espíritu es el tiempo. En Hegel el tiempo no es entonces originario, por eso solo aparece en los dominios de la naturaleza y de la historia, pues participa de la negatividad, pero solo como exterioridad, y en tal carácter de irremediablemente finito.

Intentamos aquí considerar la naturaleza del tiempo, tomando como representantes de la reflexión filosófica a un pensador considerado antiguo y a uno moderno. Surgieron así dos maneras de comprender aquel concepto que, partiendo de puntos presuntamente opuestos, llegan, no obstante, a conclusiones semejantes. Se expusieron las concepciones de tiempo agustiniana, que lo presenta como expansión del alma humana, en tanto interioridad; y hegeliana, que lo comprende como expansión del Espíritu Absoluto o exterioridad abstracta. Ambas posturas encuentran conciliación en su referencia a la naturaleza, pues, si en San Agustín el tiempo remite al devenir del hombre como parte integrante de la naturaleza creada por Dios; en Hegel ese mismo desarrollo del hombre constituye parte integrante del devenir del Espíritu, que se exterioriza o concreta en la naturaleza. Debemos advertir que hemos hallado apenas el extremo de la madeja del problema y que podría desenredarse en nuevos trabajos a futuro. Como decía el gran Pucciarelli (1971), “*la historia de la filosofía es pródiga en ideas acerca del tiempo*”, por lo cual el estudio de este tema resulta una tarea extenuante pero interesante que puede volverse, valga en este contexto, eterna.

## Bibliografía

- Hegel, Georg (2009a). *Fenomenología del espíritu*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- (2009b). *Introducción a la historia de la filosofía*. Buenos Aires: Gradifco.
- (2011). *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*. Madrid: Alianza
- Pucciarelli, Eugenio (1971). “Tiempo y eternidad en Hegel”. *Revista de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Morón*, n° 2, pp. 17-26.
- San Agustín de Hipona (2011). *Confesiones. XI*. Madrid: Trotta.

# El tiempo como subjetividad. Kant pensador del tiempo como condición de posibilidad del yo

Yésica Rodríguez\*

Cuando se nos convocó a participar en la presente compilación que lleva por objeto la reflexión en torno al *tiempo*, rápidamente la solicitud me remitió a pensar en el filósofo alemán Immanuel Kant. Esto se debe a que considero, que más allá de cualquier interés personal, el filósofo de Königsberg es referencia obligada si nos interesa confrontar la cuestión del tiempo, al menos desde la filosofía. ¿Pero cuál es el aporte que Kant realiza cuando se trata de pensar al tiempo? Podríamos decir, citando a Deleuze que “*con él se produce una novedad indescriptible*: es la primera vez que el tiempo se libera para devenir una forma pura desplegada” (Deleuze, 2008).

En la *Crítica de la razón pura* (*KrV*) [1781] Kant propone la controvertida tesis de que el tiempo y el espacio no son cosas que existen en sí mismas, ni propiedades de las cosas, sino que son formas puras de nuestra sensibilidad. Espacio y tiempo son formas subjetivas, pero como también condicionan la manera en que todo objeto se muestra, son también objetivas. Ahora bien, la sensibilidad es una facultad pasiva, y no puede ella misma realizar enlaces de lo múltiple. A su vez, sus formas puras –el espacio y el tiempo– son pasivas y

---

\* Profesora universitaria de Educación Superior en Filosofía. Estudiante del Doctorado en Filosofía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Becaria Doctoral – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet).

no pueden poseer una función que ordene lo dado. Por lo tanto, para que la experiencia tenga lugar, además de la sensibilidad se requiere de la intervención de otra facultad, que sea activa para unir eso múltiple: esta es el *entendimiento*. El entendimiento no es una facultad intuitiva, sino que es un conocimiento de conceptos discursivos y suponen *funciones*. Lo que hace el entendimiento con estos conceptos es juzgar mediante ellos. Los juicios, por su parte, son funciones de unidad en nuestras representaciones, y el entendimiento es nuestra facultad de juzgar. Estos pueden comprenderse bajo cuatro títulos: cantidad de los juicios, cualidad, modalidad y relación. El entendimiento realiza una *síntesis*, es decir, enlaza los diversos conocimientos, reuniendo las representaciones una con otras y las comprende en un solo conocimiento, mediante los conceptos puros del entendimiento o las *categorías* lógicas.

Pero, ¿qué son espacio y tiempo? El espacio es una representación necesaria *a priori* que sirve para que sucedan todas las intuiciones externas. Este es la forma de los fenómenos de los sentidos externos, única condición subjetiva de la sensibilidad. Por su parte, el tiempo no es un concepto derivado de la experiencia, está dado *a priori*, es *apodíctico*. Es una representación necesaria que sirve de base a todas las intuiciones. Solo en él es posible la aparición de fenómenos, en una dimensión de tiempos sucesivos.

Sólo desde el punto de vista de un ser humano podemos hablar de espacio, de entes extensos, etc. Si prescindimos de la condición subjetiva, sólo bajo la cual podemos recibir intuición subjetiva, sólo bajo la cual podemos recibir intuición externa, entonces la representación del espacio no significa nada. Este predicado se atribuye a las cosas sólo en la medida en que se nos aparecen, es decir en la medida en que son objetos de la sensibilidad (Kant, 2014: 95-96.)

No hay objeto sin una facultad pasiva –la sensibilidad– que le permita aparecer y sin una facultad activa –el entendimiento– que al pensarlo según conceptos *a priori*, es decir independientemente de toda experiencia, le confiera su carácter objetivo. Estos conceptos apriorísticos del entendimiento son las categorías, y al aplicarlas se constituye el ámbito de lo objetivo. Asimismo, en la segunda edición a la *KrV* y en su obra inconclusa: *Transición de los principios Metafísicos de la Ciencia Natural a la Física (Opus Postumum)*, comenzada en 1796, introduce otra novedad, ya que nos dice que el tiempo es la *forma de la auto-afección*. Dicho de otro modo, es la forma en la cual me conozco a mí mismo. Así como toda experiencia supone un objeto dado a la sensibilidad, la experiencia interna también supone que el sujeto se dé a sí mismo. Este darse es el resultado de un

acto de auto-afección, por el cual aparece en el sentido interno el *yo* empírico. Los distintos estados internos dan contenido a esta conciencia de sí que el sujeto tiene. El entendimiento bajo la síntesis trascendental de la imaginación determina el sentido interno y afecta al sujeto. De este modo, ciertas representaciones son *puestas* en la mente.

¿Pero cómo se enlazan en síntesis las representaciones?

Todo concepto debe darse mediante la experiencia; sin embargo, hay conceptos puros *a priori*. Gracias al *enlace* de estos conceptos puros del entendimiento es posible pensar objetos. El enlace de una multiplicidad no lo pueden suministrar los sentidos, dado que es un acto espontáneo de la facultad representativa, es decir, del entendimiento. Por tanto, es el entendimiento el que debe relacionar a los objetos a fin de lograr conocimiento y el que une sintéticamente una variedad de intuiciones mediante la *receptividad* y la *espontaneidad*, en una triple síntesis: *aprehensión* de las representaciones, *reproducción* de esas representaciones en la imaginación y por último *reconocimiento* en el concepto (Kant, 2014: 184). La sensibilidad y el entendimiento se conectan mediante la función trascendental de la imaginación: "... pues de otro modo, aquélla daría, ciertamente, fenómenos, pero no objetos de un conocimiento empírico, y por tanto no daría experiencia alguna" (Kant, 2014: 193). La experiencia real está compuesta de la *aprehensión*, de la *asociación* y por último del *reconocimiento* de los fenómenos, es decir, de categorías.

Todas las representaciones deben ser acompañadas por un *yo pienso*. Toda diversidad de la intuición, tiene, pues, relación necesaria con el *yo pienso* en el mismo sujeto en quien se encuentra esta diversidad. Este *yo pienso* posee una unidad trascendental que se representa, que es siempre una y la misma conciencia. Esta identidad permanente contiene una síntesis, y es necesario que el *yo pienso* tenga conciencia de esta síntesis.

Por consiguiente, sólo porque puedo enlazar en una conciencia un múltiple de representaciones dadas, es posible que me represente la identidad de la conciencia en esas presentaciones; es decir, la unidad analítica de la apercepción sólo es posible bajo la presuposición de alguna unidad sintética. El pensamiento: que estas representaciones dadas en la intuición me pertenece, todas ellas, a mí, quiere decir, según eso, tanto como: que las reúno en una conciencia de mí mismo (Kant, 2014: 203).

Esta facultad de enlazar y reunir representaciones a una única unidad de *apercepción* es el principio más elevado de todo el conocimiento humano. *Yo soy* consciente de mi identidad en relación a toda la diversidad de representaciones

que se dan en una intuición, porque todas las representaciones son una sola. Esto se da mediante el *principio trascendental de unidad*.

La *unidad trascendental de la apercpción objetiva* es aquella por la cual toda diversidad de intuiciones se reúne en un concepto del objeto y debe distinguirse de la *unidad subjetiva* de la conciencia. La unidad subjetiva de la conciencia es un determinado *sentido interno* por lo cual lo diverso de la intuición se da empíricamente. Así, el juicio es el modo de llevar los conocimientos dados a la unidad *objetiva* de la apercpción. Hemos visto que los conceptos son imposibles sin un objeto, y que no pueden ser aplicados a *cosas en sí*. Además, vimos que el único modo para que los objetos nos sean dados es la sensibilidad. También que los conceptos puros *a priori* deben contener *a priori* condiciones que permitan la aplicación de categorías: los *esquemas*. El esquema de un concepto puro del entendimiento es la síntesis pura que opera según la regla de unidad expresada en categorías.

... los esquemas no son nada más que *determinaciones del tiempo, a priori*, según reglas, y éstas se refieren, según el orden de las categorías, a la serie del tiempo, al contenido del tiempo, al orden del tiempo, y finalmente al conjunto del tiempo, con respecto a todos los objetos posibles (Kant, 2014: 244.)

Esto quiere decir que el esquematismo del entendimiento por la síntesis de la imaginación, une los diversos elementos de la intuición en el sentido interno, es decir en la *apercepción*. Ahora bien, el conocimiento real de los objetos requiere de una *percepción*, es decir, de una sensación acompañada de conciencia del objeto. La percepción que da al concepto la materia es el único carácter de la realidad. La conciencia de mi propia existencia está determinada en el tiempo, y esta determinación supone algo permanente, eso permanente es percibido por medio de una cosa que exista fuera de mí. Mi existencia está determinada en el tiempo solo porque existen cosas reales que percibo fuera de mí. En otras palabras, hay un *yo pienso* porque hay algo real fuera de mi propia existencia que determina mi propia existencia como un sentido interno y hay conocimientos porque hay un sujeto que posee las condiciones de posibilidad para ello.

Algunas interpretaciones afirman que aquello que pone el entendimiento en la mente es un esquema temporal, es decir, una cierta combinación de la multiplicidad pura del tiempo. De este modo, la auto-afección estaría identificada al esquematismo. Sin embargo, en este trabajo me inclinaré por otras interpretaciones que niegan que el acto de auto-afección se identifique con el

esquematismo y afirman que la auto-afección o determinación del sentido interno se realiza cuando atendemos al acto mismo de la síntesis de la multiplicidad.

En los *Progresos de la metafísica*, se hace aún más evidente que la afección que el sujeto realiza sobre sí mismo no puede ser entendida como esquematismo. Kant establece que la auto-afección puede ser ejemplificada por cualquier observación psicológica interna; y agrega que para intuirnos a nosotros mismos se requiere que afectemos mediante la atención el sentido interno volviéndonos incluso sobre nuestros pensamientos, ya que éstos, como determinaciones fácticas de la facultad representativa, pertenecen también a la representación empírica de nuestro estado (Jáuregui, 2008: 78).

Lo que se pone en la mente es la representación empírica de nosotros mismos. Y esta representación es puesta en la conciencia subjetiva. Toda experiencia está dada a alguien, es decir, a un sujeto que está determinado en el tiempo y el espacio. Toda aparición aparece a un sujeto empírico, y este remite a las condiciones de su aparición que son el tiempo y el espacio, y las categorías. Ese sujeto que condiciona el aparecer no será un sujeto empírico, sino un sujeto universal y necesario. “El sujeto trascendental es la instancia a la cual se relacionan las condiciones de toda aparición, mientras que la aparición misma aparece a sujetos empíricos” (Deleuze, 2008: 29).

## ¿Qué es la autoconciencia?

Para que la autoconciencia empírica sea posible y podamos aprender lo que está en la mente se necesita una afección interna que nos haga posible autointuirnos: esta es la sensibilidad. Hay una estrecha relación entre la autoafección interna y la síntesis de aprehensión que reúne los diversos estados internos para que podamos volvernos autoconscientes. Por medio del sentido interno, el yo se vuelve sobre los contenidos de su propia conciencia. Sin embargo, esta intuición, que está mediada por la sensibilidad, supone un sujeto pasivo que se comporta de forma receptiva y una sensibilidad externa. La determinación del sentido externo se da en una relación del sujeto consigo mismo, a la vez activa y pasiva. Pero, ¿por qué el sujeto se presiente como una sucesión? La actividad del sujeto no es, en sí misma, sucesiva. La sucesión es más bien el modo en que el yo pasivo la traduce al ser internamente afectado. Kant concibe al tiempo como formal, y esto se traduce en que ya no pueda definirlo como un orden

sucesivo, al menos no únicamente. Dado que el tiempo tiene tres modos: la permanencia, la coexistencia y la sucesión. Como dijimos, la actividad del sujeto no es en sí misma sucesiva, la sucesión es el modo en que el yo pasivo traduce su *verse afectado*.

El tiempo es la autoafección del sí por sí mismo. Si no me veo afectado y no realizo la captación de aquello que me afecta, no puedo realizar la síntesis originaria del *yo pienso*. Es decir que todo está relacionado, como en una máquina de tiempo. La forma en la que soy, es la forma misma del tiempo. El *yo pienso* determina mi existencia, pero solo puede hacerlo bajo la forma del tiempo y del espacio, bajo la operación sintética de la imaginación. La imaginación es la facultad por la cual determinamos el espacio y el tiempo conforme a un concepto. Y esta tiene dos funciones sintéticas, una como acto de imaginación productiva, y otra como *esquema*. Los esquemas trascendentales resultan de la función que realiza la imaginación trascendental al determinar la forma del sentido interno: el tiempo. Pero poner las representaciones en el tiempo no es suficiente para que estas se conviertan en representaciones de nosotros mismos. Por lo cual, es necesario que, por medio del sentido interno, el yo se vuelva sobre sí mismo, y se autoconstituya. Esta intuición de sí supone un sujeto pasivo que sea receptivo respecto a sí mismo y, por otro, supone la sensibilidad externa, es decir, de la multiplicidad empírica, de origen exterior.

La auto-afección interna es la afección que el sujeto realiza sobre sí mismo y hace posible su aparecer y su conocimiento como fenómenos (Jáuregui, 1994: 89-108). El tiempo no es más que el modo en que recibimos la actividad de nuestra propia mente. La auto-conciencia empírica supone un desdoblamiento del sujeto por el cual el yo no puede auto-intuirse tal como es en sí, sino como *aparece* a la sensibilidad interna. El yo empírico es un fenómeno del mismo modo en que lo son los otros objetos de la experiencia. Pero además toda experiencia requiere de una subjetividad no objetivable: la apercepción trascendental (pura). Es decir, que el sujeto trascendental, condición de posibilidad de toda experiencia, no puede ser él mismo un sujeto empírico.

Los distintos estados internos dan contenido a esta conciencia que el sujeto tiene de sí mismo. [...] sabemos que lo que afecta al sentido interno es el entendimiento. Este último, bajo el nombre de *síntesis trascendental de la imaginación*, determina internamente la sensibilidad y afecta al sujeto pasivo.

Sólo al dirigir la atención hacia la actividad de nuestra propia mente, se opera un cambio de perspectiva gracias al cual aparece un nuevo contenido, cuya novedad reside simplemente en que la misma representación que en

un principio hacía presentes los objetos en el espacio, ahora es tomada como mero estado subjetivo de conciencia por el cual se hace presente el yo psicológico. La temporalidad subjetiva en la cual aparecen estas representaciones internas no es otra cosa más que el modo en que recibimos la afección realizada por nosotros mismos (Jáuregui, 1994: 75).

Así, experimentamos nuestra vida psíquica como una sucesión de estados conscientes, en los que su orden es subjetivo y contingente. Este enlace no categorial aparece como resultado de la auto-afección.

## Consideraciones finales

Es fundamental remarcar la distinción entre la apercepción trascendental y la apercepción empírica, ya que puedo tener conciencia de una experiencia externa, y a la vez tener conciencia de que esa representación es siempre mía, sin necesidad de realizar una introspección de mis estados subjetivos o internos.

Los contenidos de la vida psíquica se reciben como un flujo de representaciones, y el modo en el que recibo esas actividades de mi propia mente es, precisamente, el tiempo. Este, pensado como una actividad que me afecta, es el que hace posible que se realice la síntesis entre las representaciones múltiples en un objeto uno, y en un yo, que realiza esa síntesis. Pero, para que la existencia se determine en el tiempo se requiere de la representación en la simultaneidad (soy yo, siempre el mismo) que solo puede darse en el espacio. Al pensar la relación con nosotros mismos, mediante nuestro sentido interno, Kant coloca límites claros: nuestro auto-conocimiento no es inmediato. Por lo cual, el auto-conocimiento es posible en tanto entendamos que el aparecer del yo en el mundo tiene siempre un carácter psicofísico. Basta con tomar los escritos sobre moral y antropología para dar cuenta de ello. Si bien en la *KrV*, el desarrollo del yo, se une al concepto metafísico del tiempo, y al carácter gnoseológico del sujeto, en la *Metafísica de las costumbres* (1797) y en la *Antropología en sentido pragmático* (1798), el Yo se centrará en el auto-conocimiento concreto en el mundo de la vida. El carácter eminentemente existencial y moral es una derivación que no debe dejarse de lado al pensar la cuestión del tiempo en Kant. El *yo pienso* expresa el acto de determinar la propia existencia. Maravilloso desafío nos propone el filósofo. Con Kant se produce una *novedad indescriptible*, el tiempo se vuelve centro de lo que somos como hombres. Vale la pena que reflexionemos ante tan maravilloso legado.

## Bibliografía

- Deleuze, Gilles (2008). *Kant y el tiempo*. Buenos Aires: Cactus.
- Foucault, Michel (2013). *Una lectura de Kant. Introducción a la antropología en sentido pragmático*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Jáuregui, Claudia (1994). “Autoafección y sentido interno en la filosofía kantiana”. *Revista Venezolana de Filosofía*, n° 301, pp. 89-108.
- (2008). *Sentido interno y subjetividad. Un análisis del problema del auto-conocimiento en la filosofía trascendental de Kant*. Buenos Aires: Prometeo.
- (2011). “Subjetividad y auto-conocimiento en la Filosofía trascendental de I. Kant”. *Agora. Papeles de Filosofía*, n° 30, pp. 31-47.
- Kant, Immanuel (1994). *Metafísica de las costumbres*. Madrid: Tecnos.
- (2014). *Crítica de la razón pura*. Buenos Aires: Colihue.
- (2014). *Antropología en sentido pragmático*. México: Fondo de Cultura Económica.

# El tiempo de la historia.

## Debates, propuestas y reflexiones

*Sandra Sauro\**

El presente trabajo aborda el pensamiento de historiadores representativos que han incursionado en la problemática de la relación tiempo histórico, historia e historiografía. Asimismo, estos autores coinciden en postular la relación tiempo-historia como una relación de formas múltiples. Esta multiplicidad permite entrever las vivencias, experiencias y expectativas de los sujetos y de las sociedades en su devenir sincrónico y diacrónico y en los registros semánticos que dejan sus historiografías. Desplegar la relación tiempo-historia implica distinguir la realidad objeto de estudio de la disciplina histórica (Historia realidad/Historia conocimiento) y también implica distinguir el sujeto de estudio del sujeto de conocimiento (actor histórico/sujeto historiador). Se pretende, entonces, pasar revista al estado del arte de esta temática y ofrecer una lectura sintetizada, problematizada y articulada de las diversas propuestas. El objetivo final es despertar interés y reflexión respecto de los fundamentos epistemológicos de la disciplina histórica y de la práctica profesional.

Actualmente, la temporalidad –y ligada a ella, los modos de operar del cambio social– aparece como un problema de estudio significativo de la teoría de la historia y de la historiografía. El tiempo histórico se considera una de las herramientas teóricas y metodológicas básicas del historiador, que permite

---

\* Doctora en Historia, Universidad de Buenos Aires. Docente e investigadora en el Departamento de Historia e Instituto de Historia Argentina y Americana Dr. Emilio Ravignani, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.

abordar las diversas y específicas formas de vivir, conocer y reflexionar acerca de las experiencias humanas, experiencias cuyos vínculos aparecen atravesados en los niveles individual, generacional y transgeneracional.

La noción de tiempo histórico puede aparecer como reflejo, imagen o representación de los cambios y de las experiencias sociales en la práctica de los historiadores. Pero también, y fundamentalmente, constituye una herramienta heurística que pone en debate, y pretende establecer, las características específicas del tiempo histórico asumido como peculiar y diferente de otros tiempos (natural, cosmológico, físico, geológico, biológico, psicológico, etcétera). Pensar el tiempo de la historia significa pensar la historicidad, o sea, las distintas formas de la relación entre pasado, presente, futuro que, según su modo de imbricación, podrán explicar los mecanismos de la transformación social, de sus procesos y de sus cambios a partir de nociones concurrentes a la propia noción de tiempo y su manera de valorarlo y percibirlo. La idea de un tiempo histórico único ha sido puesta en discusión y se postulan modelos que muestran multiplicidades temporales. Concebir la noción de tiempo como sucesión de acontecimientos en una línea única de desenvolvimiento o en varias líneas de sucesión simultánea; reconocer momentos de corte o de ruptura, producto de cambios innovadores explicables por agentes endógenos o exógenos; describir procesos de corta, media o larga duración definidos como períodos de duraciones variables, ritmos e intensidades diferentes para pensar el tiempo de la historia es admitir que estas características son utilizadas por el historiador—implícita o explícitamente, consciente o inconscientemente— para comprender el proceso social que está estudiando y organizar, racionalmente, la escritura de los resultados de su investigación. Nociones tales como “retraso”, “retorno”, “recuperación”, “decadencia”, “progreso”, “revolución” o “mejora” presentan una fuerte connotación asociada con las ideas de cambio y de tiempo por lo que forman parte del discurso de los historiadores.

Desde los cambios introducidos en la filosofía pragmatista de la historia y en la historiografía misma, los historiadores han comenzado a preguntarse más acerca de la historia y del tiempo, reconociendo sus distinciones y sus vínculos. Las categorías de orden del tiempo, régimen de historicidad, registro historiográfico, operación historiográfica, cultura histórica, actualmente utilizadas en la práctica historiográfica remiten a alguna de las formas posibles de pensar el tiempo histórico y la historia, la temporalidad y la historicidad.

## Tiempo e Historia, temporalidad e historicidad

El problema de la temporalidad es una de las cuestiones específicas y fundamentales del conocimiento histórico. El tiempo siempre está comprometido en el análisis histórico, sea porque constituye la forma social y humana de la experiencia, sea porque participa de la transformación y modificación de esta experiencia. Ante la pregunta ¿qué es la historia? podrían surgir respuestas varias, e incluso antagónicas, que la definen como mero relato de hechos o como conocimiento sistematizado, como ciencia o como literatura. Pero ninguna podría evitar responder acerca de la historia sin recurrir al tiempo. Qué es el tiempo y qué es la historia han sido cuestiones fundamentales en los estudios especializados de filósofos e historiadores. Desde 1990, la teoría de la historia y la historia de la historiografía aparecen como espacios propicios para que estos estudios se entrecrucen. Las investigaciones de De Certeau, Ricoeur, Koselleck, y más recientemente Hartog, han contribuido a la metodología y práctica historiográfica de los historiadores.

Desde la filosofía se ha especulado y asumido alguna posición acerca del carácter, sentido y significado conjunto del tiempo y de la historia, a punto tal que distintas concepciones del tiempo han influido en las ideas filosóficas de la historia, como ser el tiempo en cuanto Historia Universal en Hegel; el tiempo como red de intencionalidades desde la perspectiva fenomenológica de Husserl; la repetición de la historia y la idea del tiempo como eterno retorno en Nietzsche. La más conocida por los historiadores, y recurrentemente citada “toda historia es historia contemporánea”, es la de Croce, quien asume una posición filosófico-idealista, define al tiempo y a la historia como ideas, identifica al presente como el tiempo de la historia y supone que los acontecimientos no están en el tiempo sino en la mente del historiador que puede repensarlos constantemente. En esta concepción filosófica de la historia no habría pasado ni futuro, sino conocimiento del eterno presente. Tampoco habría historia sin historiador que la piense.

El interés de los historiadores por abordar el estudio del pasado implica conocerlo, comprenderlo, explicarlo, significarlo y hasta encontrarle un sentido. En esta dirección, Eric Hobsbawm apunta que:

Las relaciones existentes entre el pasado, el presente y el futuro, constituyen el verdadero objeto de estudio del historiador [...]. Todos los seres humanos somos conscientes de la existencia del pasado [...] todas las sociedades susceptibles de convertirse en centro de interés del historiador tienen un

pasado [...]. Ser miembro de cualquier comunidad humana significa adoptar una posición respecto al propio pasado [...]. El pasado es, por tanto, una dimensión permanente de la conciencia humana, un componente obligado de las instituciones, valores y demás elementos constitutivos de la sociedad humana. A los historiadores se les plantea el problema de cómo analizar la naturaleza de este “sentido del pasado” en la sociedad y cómo descubrir sus cambios y transformaciones (2004).

Entre los historiadores franceses de los *Annales*, Marc Bloch sostiene que la historia es la “ciencia de los hombres en el tiempo”, y que “el tiempo es para la historia el lugar de su inteligibilidad” (Bloch, 1980). La historia estudia la dupla pasado-presente y presente-pasado (Le Goff, 1991), generando un doble enlace temporal. La historia no es cronología en el sentido de la crónica, ni debe seguir el orden de los acontecimientos. Hay rupturas, continuidades, discontinuidades que llevan a leer la historia hacia atrás, del presente al pasado, empleando un procedimiento regresivo. Pero también la lectura se efectúa de atrás hacia delante, del pasado al presente, siguiendo un método progresivo. Henri Marrou sostiene que “la historia es el conocimiento del pasado humano” (Marrou, 1999). Fernad Braudel considera que todo estudio histórico descompone en varios tiempos el tiempo pasado. Esta multiplicidad de tiempos históricos denota la preponderancia de la larga duración sobre el tiempo corto o acontecimental. “Una noción cada vez más precisa de la multiplicidad del tiempo y del valor excepcional del tiempo largo se va abriendo paso a partir de las experiencias y de las tentativas recientes de la historia” (Braudel, 1984).

Jacques Le Goff sintetiza las visiones anteriores afirmando que la historia es la ciencia del tiempo. La historia es la ciencia y el pasado su objeto. El pasado se convierte en objeto de la historia a través de la reconstrucción histórica. Esta interacción entre pasado/presente y la organización de aquel en función de este, es lo que Lucien Febvre (1975) denominó función social de la historia. Para Le Goff, la función social de la historia actual incorpora el futuro, el futuro está en la historia: “El futuro, lo mismo que el pasado, atrae a los hombres de hoy en busca de sus raíces y de su identidad [...]. Filósofos y biólogos contribuyen a insertar la historia en el futuro” (Le Goff, 1991).

La relación del tiempo y de la historia es uno de los temas de estudio de Paul Ricoeur (1995). La historia es concebida como una narración cuya especificidad concierne al tiempo histórico. Sostiene Ricoeur que el historiador construye puntos de referencia temporales apropiados a su objeto y a su método. Esa temporalidad que pertenece a la narrativa, le es prestada

a la historia por la poética y es propia del mundo de la acción. De ahí que Ricoeur privilegie la noción de cambio como específica de la historia, siendo la historia una actividad de investigación que busca explicar la intención de la acción humana utilizando el modo narrativo para hacerla comprensible. La noción de cambio conduce directamente a la cuestión del tiempo histórico.

Francois Hartog (2010) utiliza las categorías “régimenes de historicidad” y “registro historiográfico” para el estudio del tiempo histórico y de las formas de representación y de escritura de la historia. De este modo, quedan abiertas las preguntas por las condiciones de posibilidad de las historias, de las experiencias vividas y de las expectativas, tanto individual cuanto socialmente constituidas en su transcurrir semántico-temporal. La historiografía como práctica social interroga a las sociedades y sus experiencias respecto del tiempo a la vez que las diversas experiencias del tiempo ponen de manifiesto la forma de articulación entre pasado, presente y futuro, en especial, en sus momentos de crisis o “brechas”. Según Hartog, cuando la evidencia del curso del tiempo viene a confundirse, y la manera de articulación entre pasado, presente y futuro deja de ser obvia, el régimen de historicidad resulta una herramienta heurística que interroga acerca de nuevas relaciones con el tiempo, modificando a la vez el régimen historiográfico. El historiador estudia el pasado, exhumando documentos de archivo y, por lo tanto, para la modernidad, la historia era una ciencia pura. En este paradigma, el pasado histórico como presupuesto temporal recorre el régimen de temporalidad moderno. Es un pasado humano que se define por su diferencia con el presente y surge en la frontera que lo distingue del presente. Es lo “otro” que, aunque pueda ser múltiple o tener diferentes planos o escalas temporales, resguarda al historiador de ser parcial o “comprometido” por la distancia que lo separa. Supone un tiempo irreversible que excluye cualquier repetición, impidiendo que pueda ser tomado como ejemplo o guía para el presente o el futuro. Esta distinción entre pasado y presente no llega a un límite de ruptura que obstruya su inteligibilidad. El pasado, así entendido, es lo conocido a través de la investigación histórica. Por último, el pasado histórico es inteligible gracias al sentido que le da el historiador.

En la tradición de los historiadores alemanes, la cuestión del tiempo histórico es particularmente abordada por Koselleck (1993, 2001) quien se propone elaborar una teoría de los tiempos históricos. Para ello, parte del presupuesto de la relación entre historia y tiempo. Formula la hipótesis de la existencia de un tiempo específico de la historia (o tiempo histórico) como diferente del tiempo natural. El tiempo histórico se caracterizaría por estar

asociado a unidades políticas y sociales de acción, a hombres concretos que actúan y sufren, a sus instituciones y modos de organización, cada cual con una forma específica de realización y un ritmo temporal propio. Y si bien el tiempo histórico recurre para su datación y medición a unidades de tiempo procedentes de la física o la matemática, aquello que se denomina tiempo histórico debe diferenciarse de la mera cronología.

En el planteo de Koselleck, los procedimientos utilizados para la determinación del tiempo histórico, así como la pregunta misma sobre qué es el tiempo histórico, remiten a las dimensiones temporales de pasado y futuro. Será entre uno y otro que se ubique el llamado tiempo histórico como una relación entre pasado/presente/futuro, siendo el presente el enlace constitutivo entre la experiencia (pasada) y la expectativa (futura). La relación pasado/futuro es parte constitutiva del presente de una generación histórica, aunque, a lo largo de la historia esa relación pasado/futuro se haya ido modificando.

Por lo tanto, se puede concluir que para Koselleck la idea de tiempo histórico se asocia con la idea de un tiempo nuevo y diferente de otros tiempos. La historia solo puede reconocer lo que cambia continuamente y lo nuevo, si reconoce la procedencia de esta transformación en relación con la transformación, a largo plazo, de las estructuras duraderas. Porque lo innovador en la teoría del tiempo histórico entendida como estratos es que las transformaciones ocurren a causa de los acontecimientos repentinos y por las modificaciones en las estructuras más estables. También estas se tienen que buscar e investigar, si es que se pretenden traducir las experiencias históricas a la ciencia histórica.

Retomando la idea del sentido que el historiador le da al pasado para hacerlo inteligible, pasaremos a revisar la categoría de “cultura histórica”, fundamentalmente concebida por Rüsen como subjetividad hermenéutica y construcción de identidades sociales y colectivas. Planteada como categoría de análisis, que combina lo heurístico y lo hermenéutico, permite indagar la relación que un grupo humano entabla con su pasado, cómo se gestan, expanden y transmutan las imágenes del pasado a partir de la intervención y “usos” de cada presente.

A modo de síntesis podemos convenir en que el pasado es siempre el pasado de un presente, presente que interpreta a su pasado creando una imagen o representación de acuerdo con la valoración simbólica de cada presente historiográfico. Cada presente vuelve sobre su pasado y reescribe su historia.

## **La historia y el tiempo, entre Pragmatismo y Kairós. Pasados y presentes**

Desde el denominado giro pragmático, la *teoría de la historia* intenta mostrar las diversas formas operativas que conforman la lógica de investigación, los espacios sociales que posibilitan la operación historiográfica. Se trata de establecer los procesos a través de los cuales se generan las representaciones historiográficas. El quehacer del historiador se asume como una actividad dialógica con el pasado y comunicativa para hacer inteligible las acciones y las experiencias de aquel tiempo. En este sentido, es un diálogo entre contextos, entre pasados y presentes. Una herramienta adecuada para abordar tales contextos es el régimen de historicidad, que permite aflorar las experiencias temporales. La relación pasado-presente-futuro se asume como producción social, resulta cognoscible y comunicable a partir del estudio de la representación simbólica y de la actividad reflexiva del historiador.

El régimen de historicidad permite poner al tiempo en cuestión. El historiador que reflexiona desde la producción social y cultural de su presente, pone el tiempo en perspectiva e interpreta experiencias temporales sintetizadas en realidades pasadas. La reflexión del historiador se ancla en el presente (Hartog, 2010).

La hipótesis del régimen de historicidad, sostiene Hartog, debería permitir desplegar un cuestionamiento “historiador” a nuestras relaciones con el tiempo. Es decir, que opera en varios tiempos y entabla una suerte de vaivén entre el presente y el pasado, o mejor, los pasados. Ese movimiento constituye su única especificidad. En la situación actual de crisis o brecha, los interrogantes acerca del tiempo pueden plantearse polarizadamente: si aparece un pasado olvidado o más bien un pasado recordado en demasía, si el futuro ha desaparecido en el horizonte o si aparece como un porvenir amenazador, si el presente se consume en la inmediatez o si es un presente casi estático e interminable, casi eterno.

La atención de Hartog se dirige hacia las categorías que organizan las experiencias y que permiten expresarlas, hacia las formas o modos de articulación del pasado, el presente y el futuro como categorías o formas universales. ¿De qué manera logran hacer posible y perceptible el despliegue de un orden del tiempo?

Hartog retoma a Koselleck en su posición respecto del tiempo histórico y postula que en este “presentismo” el tiempo histórico aparece como suspendido. La experiencia contemporánea de un presente perpetuo, huidizo y casi inmóvil, intenta, a pesar de todo, producir su propio tiempo histórico. Considera que es prematuro para saber si estamos en el fin o en la salida de los tiempos

modernos, pero por lo menos sí es posible afirmar que estamos transitando una brecha o crisis. “Presentismo” denota la suspensión del tiempo, no hay futuro ni pasado. No hay tiempo histórico ni historia. Solo quiere determinarse por sí mismo, como un presente ensanchado que no termina de pasar, como un tiempo-atemporal, sin pasado y sin futuro.

Sobre esta experiencia social presentista del tiempo, los historiadores, expertos y sensibles al estudio de los cambios y a la dialéctica de las duraciones (Braudel), sabemos que no hay historia sin tiempo, que no hay historia sin presente, que no hay historia sin futuro (Koselleck). No hay historia sin experiencia. Toda concepción de la historia va siempre acompañada por una determinada e implícita experiencia del tiempo. Cada cultura es una determinada experiencia del tiempo y no es posible una nueva cultura sin una modificación de la experiencia: una auténtica revolución no solo implica cambiar el mundo, sino, fundamentalmente, cambiar el tiempo (Agamben, 2007).

Toda historia aparece indisolublemente unida al tiempo y a la experiencia. Toda historia tiene que ver con el tiempo presente, atravesado por su campo de experiencia y su horizonte de expectativa. Por eso, la historia puede pensarse como una semántica del tiempo. Representaciones del pasado y proyecciones hacia el futuro se mezclan en la dimensión del presente. En ese juego de cambios y continuidades el historiador pondera lo nuevo, lo específico, lo contingente; esa cualidad diferente e importante, es lo verdaderamente histórico.

En síntesis, la perspectiva reflexiva de la práctica historiográfica que se asume como dialógica y comunicativa combina lecturas diacrónicas y sincrónicas para distinguir lo que cambia de lo que permanece. En ese cruce temporal que se activa en el orden del tiempo presente se revela la historicidad y las discontinuidades. Aparecen los estratos del tiempo y se hacen visibles las rupturas. Se abre así la posibilidad de pensar no solo lo vivido, sino fundamentalmente las vivencias y subjetividades que se cruzan en la experiencia social del tiempo y de la historia.

En la noción actual de tiempo histórico —especialmente respecto de sus atributos de duración, intensidad; cambio, continuidad; proceso, identidad; cronología, periodización; acontecimiento y actores— se pueden reconocer e identificar distintas nociones que muestran el recorrido histórico del problema de la noción de tiempo y su modo de utilización por el conocimiento histórico.

Al pensar la relación tiempo-historia se esbozan las diferentes formas de relacionar las tres dimensiones del tiempo, presente/pasado/futuro; las ideas de circularidad y linealidad; la decadencia, el progreso y el retorno como formas de concebir la historia; las escatologías y las utopías como concepciones idealizadas

del tiempo y de la historia; el concepto de tiempo e historia, individual y social y su correlación con las técnicas historiográficas.

De modo que la forma que adopte la vinculación pasado-presente-futuro y sus combinaciones posibles, estará dada por el papel –predominante, equivalente o subordinado– de cada uno de los términos de la relación, relación que, en cierto modo, expresa la concepción de la historia y representa la experiencia histórica vivida.

Progreso y decadencia, lentitud y rapidez, irrupción y estabilidad, son algunas de las imágenes que acompañan a estas concepciones del tiempo de acuerdo con el modo que la conciencia histórica –de cada presente historiográfico– percibe e imagina la historia que construye y la forma que elige para representarla.

## Bibliografía

- Agamben, Giorgio (2001). *Infancia e historia*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Bloch, Marc (1980 [1949]). *Introducción a la historia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Braudel, Fernand (1984). *La historia y las ciencias sociales*. Madrid: Alianza.
- De Certeau, Michel (1974). “La operación historiográfica”. En Le Goff, Jacques y Nora, Pierre, *Hacer la Historia*. Barcelona: Laia.
- (1999). *La escritura de la historia*. México: Universidad Iberoamericana.
- Febvre, Lucien (1975). *Combates por la historia*. Barcelona: Ariel.
- Hartog, François (2003). “Órdenes del tiempo, regímenes de historicidad”. *Historia y Grafía*, n° 21.
- (2005). “Historia y cultura: regímenes de historia y memoria”. *Museun Internacional*, n° 227.
- (2010). “Un historiador en un mundo presentista”. En Devoto, Fernando, *Historiadores, ensayistas y gran público. La historiografía argentina 1990-2010*. Buenos Aires: Biblos.
- Hobsbawm, Eric (2004). *Sobre la historia*. Barcelona: Crítica.
- Koselleck, Reinhart (1993). *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*. Barcelona: Paidós.

- (2001). *Los estratos del tiempo: estudios sobre la historia*. Barcelona: Paidós.
- (2004). *Historia/Historia*. Madrid: Trotta.
- Le Goff, Jaques (1991). *Pensar la historia. Modernidad, presente, progreso*. Barcelona: Paidós.
- Marrou, Henri (1999). *El conocimiento histórico*. Barcelona: Idea Books.
- Ricoeur, Pierre (1995). *Tiempo y narración*. México: Siglo XXI.
- (2004). *La memoria, la historia, el olvido*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Rüsen, Jorn (2009). “¿Qué es la cultura histórica?: Reflexiones sobre una nueva manera de abordar la historia”. En *Cultura histórica* [versión castellana inédita del texto original alemán en K. Füssmann, H. T. Grütter y J. Rüsen (eds.) (1994)].

# De paseo con Juanito Laguna y su reloj

*Mariano De Leo\**

*En los ojos de mi niña [...] anda una oscura nostalgia  
de cosas que aún no han pasado.*

Milonga carriequera, A. Ferrer

*... y no teniendo alternativa, formó al Tiempo.  
Y la razón era ésta, que Ahrimán no podía ser despojado  
de su poder si no era enfrentado en batalla...*

El Bundahishn Mayor, Libro I, v. 21

## Introducción

Entre los numerosos temas que a lo largo de la historia han suscitado el interés de la humanidad se encuentra el tiempo y, claro está, no hay que esgrimir mayores argumentos para fundamentar esta afirmación. Ya sea para medirlo, para entenderlo o para explicarlo, el Tiempo ha mantenido ocupada a la humanidad desde *el origen de los tiempos*: alcanza con *recordar*, acción que transcurre *en* el tiempo, las numerosas cosmogonías, recopilaciones dinásticas y memorias de imperios que nos han legado poetas, reyes e historiadores de épocas pasadas.

---

\* Doctor en Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Investigador – Docente del Área de Matemática – Instituto de Ciencias – Universidad Nacional de General Sarmiento. Investigador Asistente – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet).

Ciertamente, el concepto de *antigüedad* comporta, al menos desde una perspectiva argumental, que hubo un *antes* y que, por lo tanto, habrá un *después*. Pero no cedamos a la tentación de seguir esa línea argumental prematuramente, la que refiere al modelo lineal para el Tiempo, y continuemos con la tarea de plantear el tema y establecer los alcances del presente texto. En este sentido, la intención que me propongo con este ensayo es presentar un “collage” con recortes de textos que el discurso hegemónico de la “Academia” sanciona como menores. Me reservo, pues, el derecho a ver en este planteo un homenaje a Berni. Manteniéndome en un registro *plástico*, este trabajo puede pensarse como un díptico en el que en un cuadro pongo en tensión tanto la posibilidad de describir (explicar, controlar o predecir) los fenómenos naturales (en un sentido acaso más general que incluye aspectos políticos, económicos, etcétera) como la de establecer los modos *válidos* de argumentación, mientras que en el otro cuadro describo los dos modelos matemáticos más difundidos para el tiempo, el modelo circular y el modelo lineal, desde una perspectiva no convencional que, hasta donde me resultó posible, es solidaria con el *collage* presentado en el cuadro anterior.

Asumiendo, entonces, la responsabilidad que me cabe como miembro de esta Academia, tengo la oportunidad con este trabajo de plasmar un puñado de inquietudes relacionadas con el Tiempo que interpelan directamente a la comunidad científica y que incluyen o se relacionan con al menos tres problemas de similar relevancia resumidos en los conceptos de verdad, modelo y realidad; inquietudes originadas y planteadas más desde la curiosidad que desde la profesión. A modo de presentación, les propongo compartir la provocadora aseveración acerca del tiempo que ofrece Graves en *La Diosa Blanca*:

Esto sólo significa que el tiempo, aunque es un convencionalismo del pensamiento muy útil, no tiene un valor intrínseco mayor, digamos, que el dinero [...]. En el acto poético se suspende el tiempo y detalles de la experiencia futura se incorporan con frecuencia al poema, como hacen en los sueños. [...] se puede tener memoria del futuro lo mismo que del pasado (Grant, 1970: 438-439).

Afirmación con la que no pocos científicos estarán en desacuerdo y, en el mejor de los casos, podrán relativizar su validez, con la indulgencia del que se sabe poseedor de la verdad, argumentando que el hablante es meramente un poeta y que su esfera de acción es ajena a la esfera de la “verdad”, que es patrimonio exclusivo del científico. La intención es, pues, estimular la discusión, poner de manifiesto que el recorte temático propio a la especificidad disciplinar es com-

pletamente arbitrario y, definitivamente, muy poco enriquecedor. No es menos cierto que dependiendo de la capacidad o de la voluntad que el eventual lector de estas líneas disponga para aceptar esta premisa de abordaje *no convencional*, para aceptar este enfoque que propone, básicamente, un registro polifónico, el verbo estimular puede confundirse con provocar.

## Cuadro 1: Discurso hegemónico

Para dar comienzo a la exposición planteo la siguiente inquietud ¿cuál será la opinión acerca del Tiempo de un habitante de una cultura no *uropeizada* como, digamos, don Juan Matus o Dersu Uzala?<sup>1</sup> Más aún, ¿tiene la Academia registro de esas culturas en la lista que conforma su biblioteca *canónica*? Ciertamente es que la cadena de inquietudes que se desprende de estas puede prolongarse extensamente. Por lo pronto, nos interesa destacar que el origen de la *ciencia*, tal como se la entiende en los círculos académicos, con su arrogante saturación de *dudas*, se produjo en la cuenca del mediterráneo lo que, para nuestro ensayo, comporta dos aspectos que los integrantes de la Academia niegan, olvidan o parecen desconocer: la metonimia, *Europa (y sus colonias de ultramar) es el mundo*, y la hegemonía, *y lo domina*. Que esto haya ocurrido en la misma región y casi en simultáneo (siglos VII-VI a. C) con la acuñación de la moneda es un detalle extremadamente significativo.

El primer texto para compartir describe con inusitada precisión el alcance de lo que llamamos hegemonía en lo que se refiere al discurso científico, sus defensores y su pretensión de establecer tanto la verdad como los modos de argumentarla, extraído de Mircea Eliade (1974), *Herreros y alquimistas*. Texto en el que, además, se propone entender la metalurgia como una actividad obstétrica que procura acelerar el tiempo:

Durante casi dos siglos el espíritu científico europeo ha desarrollado un esfuerzo sin precedentes para explicar el mundo a fin de conquistarlo y transformarlo. En el plano ideológico, este triunfo del espíritu científico se ha traducido no sólo por la fe en el progreso ilimitado, sino también por la certidumbre de que cuanto más modernos somos más nos aproximamos a la verdad absoluta y más plenamente participamos de la dignidad humana. Ahora bien: desde hace algún tiempo las investigaciones de orientalistas y

---

1 El indio yaquí que inicia a Castaneda y el cazador de la tribu Hezhen que sirvió de guía a Vladímir Arséniev, respectivamente.

etnólogos han demostrado que existían, y aún existen, sociedades y civilizaciones altamente dignas de aprecio, que si bien no reivindicaban ningún mérito científico (en el sentido moderno de la palabra) ni predisposición alguna para las creaciones industriales, han elaborado, pese a todo, sistemas de metafísica, de moral e incluso de economía perfectamente válidos. Pero es evidente que una cultura como la nuestra, que se ha lanzado heroicamente por un camino que estimaba no sólo ser el mejor, sino como el único digno de un hombre inteligente y honrado, una cultura que para poder alimentar el gigantesco esfuerzo intelectual que reclamaba el progreso de la ciencia y de la industria tuvo que sacrificar tal vez lo mejor de su alma, es evidente que semejante cultura se ha hecho excesivamente celosa de sus propios valores y que sus representantes más calificados ven con suspicacia todo intento de convalidación de las creaciones y demás culturas exóticas o primitivas. La realidad y la magnitud de tales valores culturales excéntricos son susceptibles de hacer que nazca la duda en los representantes de la civilización europea, y estos llegan a preguntarse si su obra, por el propio hecho de que no pueda ser considerada ya como la cumbre espiritual de la humanidad y como la única cultura posible en el siglo XX, valía los esfuerzos y sacrificios que han requerido (Eliade, 1974: 14-15).

De la abundante producción del romano puede inferirse que lo que el hombre moderno ha sacrificado es su dimensión espiritual, codificada en la pérdida de lo sagrado. Hemos profanado todo cuanto nos rodea, particularmente la naturaleza, y las ciencias han emergido como resultado de esta profanación. Veamos lo que el autor refiere en otra parte del libro citado:

En la medida en que se reconoce la validez de las investigaciones sobre el “origen” de las técnicas y las ciencias, la perspectiva del historiador de la química es perfectamente defendible: la química ha nacido de la alquimia; para ser más exactos, ha nacido de la descomposición de la ideología alquímica. Pero en el panorama visual de una historia del espíritu, el proceso se presenta de distinto modo: la alquimia se erigió en *ciencia sagrada*, mientras que la química se constituyó después de haber despojado a las sustancias de su carácter sacro (Eliade, 1974: 11-12).

Esa mutilación espiritual tuvo como desafortunada consecuencia que expresiones culturales tales como la poesía y el teatro, cuyo nacimiento estuvo ligado a cuestiones mágico-religiosas, basta pensar en el *tragos*, la piel del carnero dedicada a Dioniso, hayan devenido en meros agentes del goce estético, como en el cuento “El espejo y la máscara” (Borges, 1975), en el que el poeta realiza su

obra épica con acabada perfección pero al finalizar su lectura el rey le advierte que, aunque técnicamente perfecta, su saga no ha logrado despertar el ánimo de ninguno de los guerreros presentes. En las palabras del autor: “Existe una distancia inconmensurable entre quien participa religiosamente en el misterio sagrado de una liturgia y quien goza como un esteta de su belleza espectacular y de la música que la acompaña” (Eliade, 1974: 13).

Para cerrar esta sección quiero retomar la pregunta inicial y comprometerme con una respuesta: veamos qué piensa el indio yaqui don Juan Matus respecto del modo de ver la realidad que tiene su discípulo. En esta ocasión se plantea la posibilidad de volar. Aunque es el relato de una experiencia personal, es asombrosa la carga simbólica del texto, que propongo leer como la obstinación del científico por rechazar cualquier experiencia ajena a su limitada esfera argumentativa.

—¿De verdad volé, don Juan?

—Eso me dijiste. ¿No?

—Ya lo sé don Juan. Quiero decir, ¿voló mi cuerpo? ¿Me elevé como un pájaro?

—Siempre me preguntas cosas que no puedo responder. Tú volaste. Para eso es la segunda parte de la yerba del diablo. Conforme vayas tomando más, aprenderás a volar a la perfección. No es asunto sencillo. Un hombre *vuela* con ayuda de la segunda parte de la yerba del diablo. Nada más eso puedo decirte. Lo que tú quieres saber no tiene sentido. Los pájaros vuelan como pájaros y el enyerbado vuela así.

—¿Así como los pájaros?

—No, así como los enyerbados.

—Entonces no volé de verdad, don Juan. Volé solo en mi imaginación, en mi mente. ¿Dónde estaba mi cuerpo?

—En las matas —repuso cortante, pero inmediatamente echó a reír de nuevo—. El problema contigo es que nada más entiendes las cosas de un modo. No piensas que un hombre vuela, y sin embargo un brujo puede recorrer mil kilómetros en un segundo para ver qué está pasando. Puede descargar un golpe sobre sus enemigos a grandes distancias. Conque ¿vuela o no vuela?

—Mire, don Juan, usted y yo tenemos orientaciones diferentes. Pongamos por caso que uno de mis compañeros estudiantes hubiera estado aquí conmigo cuando tomé la yerba del diablo. ¿Habría podido verme volar?

—Ahí vas de vuelta con tus preguntas de que pasaría si... Es inútil hablar así. Si tu amigo, o cualquier otro, toma la segunda parte de la yerba, no le

queda otra cosa sino volar. Ahora, si nada más te está viendo, puede que te vea volar, o puede que no. Depende del hombre.

—Pero lo que quiero decir, don Juan, es que, si usted y yo miramos un pájaro y lo vemos volar, estamos de acuerdo en que vuela. Pero si dos de mis amigos me hubieran visto volar como anoche, ¿habrían estado de acuerdo en que yo volaba?

—Bueno, a lo mejor. Tú estás de acuerdo en que los pájaros vuelan porque los has visto volar. Volar es cosa común para los pájaros. Pero no estarás de acuerdo en otras cosas que hacen los pájaros, porque nunca los has visto hacerlas. Si tus amigos supieran de hombres que vuelan con la yerba del diablo, entonces estarían de acuerdo.

—Vamos a ponerlo de otro modo, don Juan. Lo que quise decir es que, si me hubiera amarrado a una roca con una cadenota pesada, habría volado de todos modos, porque mi cuerpo no tuvo nada que ver con el vuelo.

Don Juan me miró incrédulo.

—Si te amarras a una roca —dijo—, mucho me temo que tendrías que volar cargando la roca con su pesada cadenota (Castaneda, 1974: 124-125).

## Cuadro 2: Modelos

Una vez presentada la discusión sobre la noción de modelo y su validez para describir la realidad, si es que esto fuera posible y mis reparos frente a esta posibilidad han sido expuestos en la sección anterior, consignamos algunos modelos matemáticos para el Tiempo que han sido empleados desde épocas remotas.

Para comenzar, irónicamente podríamos decir *por el principio*, consideremos los registros que dan cuenta de un tiempo cíclico, cifrado por ejemplo en el mito de las edades, presente tanto en el mundo griego, Hesíodo Los trabajos y los días vv. 105 y ss., donde curiosamente la edad de oro es presidida por Cronos, la divinidad asociada al tiempo (Hesíodo, 2006),<sup>2</sup> como en la India con sus Yugas (edades):

Él que establece el giro incesante del ciclo de Yugas (Raya, 1962, vol. 11, Anussana Parva, 355).

---

2 Es interesante destacar la perspectiva que aporta la Teogonía de Ferécides en la que al personaje mítico Kronos se lo complementa con Chronos en cuanto principio generador (Martínez Nieto, 2000).

Doce mil años hacen un Yuga, cuatro mil Yugas hacen un Kalpa, que es lo que dura un día de Brahma (Raya, 1962, vol. 10, Santi Parva, p. 419). Habiendo llevado el Universo hacia Sí mismo al final del Yuga, Él se retira a dormir, y despertando al comienzo de un nuevo Yuga, Él vuelve crear el universo (Raya, 1962, vol. 10, Santi Parva, p. 567).<sup>3</sup>

Cabe destacar que mientras que el modelo de las Yugas comporta una degradación progresiva de la *Rectitud* (Raya, 1962, vol. 10, Santi Parva, p. 567) en Hesíodo no está clara cuál es la característica que se está degradando. Es curiosa la polémica suscitada alrededor de este punto entre Vernant y Defradas, en la cual el primero establece, en el marco de un análisis estructural, una agrupación de las edades metálicas organizadas de acuerdo con la lógica trifuncional establecida por Dumézil, en palabras del autor: "... la lógica que orienta la arquitectura del mito, [...] es la tensión entre *Diké* e *Hybris*" (Vernant, 2001: 47), como sea que se salve esta discusión no está de más señalar que ambas nociones son solidarias con la *Rectitud* puránica.

Volviendo al modelo cíclico, la estrecha relación de este modelo con los ciclos lunares ya figura en el relato babilónico Enuma Elish: "Hizo brillar a Nanna a quien confió la noche y le asignó ser la joya nocturna para determinar los días (Peinado, 1994: 71).

La idea de la existencia de ciclos de nacimiento y renacimiento, asimilables a las fases lunares, conocida como *metempsychosis* ya está presente en Píndaro: "Cuantos osaron, en cambio, morando tres veces en uno y otro lado, mantener por entero su alma alejada de injusticia, recorren el camino de Zeus" (Píndaro, 1995).

Los estoicos con su *conflagración universal* iban más allá en su idea de ciclos de renovación: "Zenón manifiesta que, gracias al incendio universal, los mismos [individuos] volverán a encontrarse de nuevo en las mismas [circunstancias]" (Taciano, 2016: 173).

Es preciso señalar que esta precisión respecto del modelo habilita la posibilidad de tener "memoria del futuro", para lo cual, ciertamente, habrá que *esmerarse en recordar*: los griegos lo expresaban poéticamente diciendo *negarse a beber de las aguas del Leteo*.

---

3 Traducción al castellano a cargo del autor del texto en inglés:

He that sets the cycle of the Yugas to revolve ceaselessly (vol. 11, Anussana Parva, p. 355). Twelve thousand years make a Yuga, four such Yugas taken a thousand times make a Kalpa, which measures one day of Brahma (vol. 10, Santi Parva, p. 419). Having withdrawn the universe into Himself at the end of the Yuga, He goes to sleep, and awakening at the commencement of another Yuga, He once more creates the universe (vol. 10, Santi Parva, p. 567).

Ahora bien, desde una perspectiva estrictamente geométrica, la figura que representa este modelo es la circunferencia. Para precisar el lenguaje, se trata de la curva que *rodea al círculo*, tal como sugiere su etimología, y no está de más para el educador estar informado acerca de la eventual solidaridad entre el nombre y la cosa nombrada, cosa por demás muy común en matemática y más especialmente en geometría. En este sentido, es bastante claro que cuanto mayor sea el circo (círculo es *pequeño circo*) mayor será la circunferencia como así también menos curvos o, mejor dicho, más rectos se verán sus tramos. Con esto quiero decir que para trayectos cortos de circunferencias grandes el arco y la cuerda serán asimilables: la circunferencia puede *rectificarse*. Así, para ciclos temporales cuyo período abarque una cantidad significativamente alta de generaciones de hombres, tanto los episodios singulares de la vida como los deseos de uno cualquiera de sus representantes y, por qué no, la historia de una comunidad junto con sus profecías, codificados en el pasado y futuro respectivamente, podrán ser vistos como *pasado y futuro recientes*. Si, entonces, la espera (hasta la próxima repetición) es larga (o así se la sanciona o vivencia) no debe sorprender que la respuesta sea la que corresponde a un tiempo lineal: *el próximo fin de ciclo será el último, será el Fin*. Si bien esta reflexión es compatible con el tiempo lineal judeo-cristiano, quiero traer a modo de ejemplo la manera en que esto se resuelve en la Völuspá escandinava: por un lado, la personificación del pasado, presente y futuro, *recientes* como ya señalé anteriormente, en las tres Nornas que “su tabla escribía [...] los destinos regían, les daban sus vidas [...] su suerte a los hombres” (*op. cit.*, v. 20), y la descripción del fin de ciclo, el Ragnarök que anuncian “el gallo encarnado que Fialar se llama” (*op. cit.*, v. 42) y “Gullinkambi; [...] un gallo cobrizo, en las salas de Hel” (Lerate, 1986).

La cuestión del tiempo lineal nos ofrece nuevas consideraciones tanto geométricas como literarias que procuraré desarrollar a continuación. Por un lado, así como el modelo cíclico está relacionado con la luna, el lineal lo está con el sol, y de este modo la asimilación de un modelo con otro, en cuanto asume que una espera larga conduce a un único fin, debe traducirse, en términos prácticos, en sincronizar la duración de ambos ciclos: la duración de la noche y la duración del año solar, regidos por o asimilados a la luna y al sol respectivamente. Antes de proseguir con el desarrollo, dejo escrita mi disculpa por no haber dedicado más espacio que este para hablar de los calendarios y de sus múltiples ramificaciones: poéticas, religiosas, históricas, políticas, sociológicas, etcétera, basta con recordar los disturbios suscitados en Inglaterra en el año 1752 a causa de la adopción del calendario gregoriano, demorada más de

siglo y medio respecto de la Europa continental debido a las tensiones entre católicos y protestantes.

El primer detalle se esconde en el siguiente hecho: el año dura *un poco más* de 365 días. Esa pequeña diferencia solo es visible al cabo de mucho tiempo, es lo que hacemos cuando agregamos un día al año bisiesto: 1 día cada 4 años. Las consecuencias de este desfase eran muy importantes para las culturas agrarias en las que las festividades conservaban algún sentido como, digamos, los solsticios, en los que *el sol se queda*, o los equinoccios, en los que *las noches duran lo mismo* que los días, puesto que estas festividades deberían coincidir con aquello que celebran. (Nueva aparición del nombre y la cosa nombrada). Ahora bien, en 30 ciclos de año bisiestos el sol estará desfasado un mes respecto de su posición real en el calendario, y para cuando este señale el equinoccio las noches no durarán lo mismo que los días; más aún, en 365 ciclos de años bisiestos, esto es en  $365 \times 4 = 1460$  años, habremos acumulado una diferencia de un año y con ello habremos logrado hacer coincidir nuevamente ambos ciclos. ¿Coincidirán exactamente? ¡No! Una pequeñísima porción del año, de menos de 1 minuto, sobrevivirá (ahora y siempre)<sup>4</sup> y dará inicio a un nuevo Gran Ciclo de 1460 años. Esta descripción evoca, espero haberlo logrado, los detalles más significativos del ave Fénix que, para el saber popular, renace de sus cenizas. Lo que no es tan conocido es su relación con la *ekpyrosis* o conflagración universal como se lee en el siguiente fragmento, en el que además aparece el modo poético de referir el paso del tiempo de acuerdo con proporciones entre la duración de la vida de diferentes animales:<sup>5</sup> “Nueve generaciones de hombres en flor vive una corneja; un ciervo la vida de cuatro cornejas; a tres ciervos hace viejo el cuervo; mientras que el fénix a nueve cuervos. A diez fénix hacemos viejos nosotras, las ninfas...” (Hesíodo, 2006) y el discurso entero parece haber sido interpretado veladamente por Hesíodo de acuerdo con la conflagración universal.

La explicación físico-matemática de esta situación radica en la *incommensurabilidad* entre los períodos de cada uno de los ciclos. Para ponerlo en términos menos técnicos: cuando se superponen movimientos periódicos con períodos que no tienen múltiplos comunes (técnicamente a esto se lo refiere como *no commensurabilidad*) nunca se vuelve al punto de partida; sin embargo, es posible

4 En homenaje a Goscinny.

5 Comparto esta cita de M. Eliade (De Zalmoxis a Gengis-Khan *Religiones y folklore de Dacia y de la Europa Oriental*, Ediciones Cristiandad, 1985): “La pregunta capaz de revelarnos la función de una historia legendaria en la vida de un pueblo no es *¿de dónde viene la leyenda?* [...] tiene aún mayor interés saber [...] *por qué se ha elegido precisamente esa leyenda?*”. En nuestro caso sería interesante saber *por qué se han elegido esos animales.*

arribar a posiciones muy cercanas a este si se dispone de la suficiente paciencia (la necesaria para soportar el paso de un alto número de ciclos). En este caso, los movimientos periódicos son el de *rotación*, que el modelo físico-astronómico explica como el giro de la Tierra sobre su eje y cuya duración es el día, y el de *traslación*, que se explica como el giro alrededor del sol y cuya duración es el año. La falta de proporcionalidad, entonces, entre el día y el año da lugar a un fenómeno conocido como de *cuasi-periodicidad* cuya manifestación comporta *largos tiempos* o, para ser más precisos, la acumulación de un alto número de ciclos. Situaciones de este tipo son conocidas como fenómenos *seculares* (para observarlos hay que esperar siglos) y son emergentes del (limitado) alcance de los modelos matemáticos simplificados con los que las ciencias procuran describir los fenómenos naturales, o para ser consistentes con este ensayo, *encorsetar a la Naturaleza*.

Tomemos por caso el fenómeno de la desintegración radioactiva: en el modelo matemático simplificado o modelo *lineal* (donde esto significa que las operaciones involucradas en la descripción son las básicas) se postula que la tasa de desintegración es constante, a partir de lo cual la cantidad del material radioactivo presente puede describirse explícitamente (con una función exponencial). Es el determinismo newtoniano: conociendo la cantidad actual del material y la ley de cambio (la constante de desintegración) es posible tanto *predecir* (la cantidad de material que habrá en) *el futuro* como *describir* (la cantidad existente en) *el pasado*. Hasta aquí no tendría mayores reparos en acompañar si entendemos pasado y futuro como *recientes*; sin embargo, como ya hemos mencionado, cuando las escalas temporales son grandes pueden y suelen aparecer efectos *seculares* en este caso relacionados con las dos peticiones de principio anteriormente destacadas en negrita y relacionadas con postular que la tasa sea constante, puesto que ¿podría, eventualmente, la tasa sufrir variaciones a lo largo del tiempo? ¿Podría acaso depender de la cantidad de material?

A pesar de que estas cuestiones forman parte de las principales líneas de trabajo activas en física-matemática que procuran dar con modelos más precisos (típicamente formulados como modelos no lineales) y entre las cuales se busca específicamente analizar el comportamiento para tiempos grandes (cuyos desarrollos han dado lugar a desarrollos tecnológicos como el radar y han permitido establecer nuevos modelos para la estructura atómica), la tentación de considerar modelable el mundo que nos rodea es enorme y más grande aún es el afán de ser el que escribe el correspondiente modelo. Por mi parte, prefiero no reclamar para mí esa pretensión y esforzarme por seguir viendo en la aurora a “la fanciulla di Titone” con su azafranado peplo.

## Bibliografía

- Borges, Jorge Luis (1975). *El libro de arena*. Buenos Aires: Emecé.
- Castaneda, Juan Carlos (1974). *Las enseñanzas de don Juan*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Eliade, Mircea (1974). *Herreros y alquimistas*. Madrid: Alianza.
- Graves, Robert (1970). *La Diosa Blanca*. Buenos Aires: Losada.
- Hesíodo (2006). *Obras y fragmentos*. Madrid: Gredos.
- Lerate, Luis (1986). *Edda mayor*. Madrid: Alianza.
- Peinado, Lara (1994). *Enuma Elish*. Madrid: Trotta.
- Píndaro (1995). *Odas y fragmentos*. Madrid: Gredos.
- Raya, Pratapacandra (1962). *Mahabharata*, vols. 10-11. Calcuta: Oriental Pub y Co.
- Taciano (2016). *Discurso contra los griegos*. Madrid: Akal.
- Vernant, Jean Pierre (2001). *Mito y pensamiento en la Grecia Antigua*. Barcelona: Ariel.



Segunda sección  
El tiempo en las ciencias exactas  
y naturales



La definición, necesidad, percepción del tiempo puede cambiar según la disciplina o el objeto de estudio. En particular, para las ciencias naturales y exactas el tiempo usualmente está relacionado con la evolución de un sistema.

Los científicos tenemos un gran problema entre manos, que hemos postergado desde que la ciencia es ciencia. Un químico, un físico, un biólogo, un matemático, un geólogo, etcétera, pueden estudiar la naturaleza y estar de acuerdo en *por lo menos* una cosa: la naturaleza es cambiante. Existe un *know how* intrínseco en cada una de las disciplinas, por ejemplo, un químico *sabe* que la materia se transforma continuamente por influencia del medio, por inestabilidades inherentes, incluso por azar. Un físico *sabe* que los grados de libertad de un sistema cualquiera tienden a aumentar espontáneamente. Un biólogo *sabe* que el pool genético de un nicho ecológico no permanece invariante con el tiempo, sino que fluctúa. Un matemático *sabe* que los sistemas periódicos cumplen ciertas propiedades formalizables que se caracterizan por su constante repetición. Un geólogo *sabe* que la Tierra existe desde hace 4600 millones de años, en gran parte gracias a las leyes del decaimiento radiactivo. Los científicos sabemos muchas cosas y podemos apoyarlas con evidencia empírica. Pero este conocimiento tiene una pequeña contaminación, una pequeña mancha: depende de la suposición de que el tiempo sea algo objetivo.

En el trabajo de Juan Pablo Borgna puede observarse cómo, a partir de la ley de la gravitación de Newton, se introduce el concepto de espacio tridimensional. Newton desarrolló la ciencia de la mecánica bajo la hipótesis de que el tiempo y el espacio son absolutos. El espacio es el escenario donde ocurren los fenómenos naturales y permanece siempre idéntico e inmóvil, sin relación a las cosas externas. Mientras que el tiempo es algo que fluye siempre en el mismo sentido, nunca retrocede y durante su transcurso tiene lugar el movimiento de la materia y la vida del hombre. Tanto la homogeneidad e isotropía del espacio euclídeo como la homogeneidad del tiempo son hipótesis de trabajo no empíricas que se establecen en la física clásica de Newton (Guzmán Ozamiz, 1974).

Las ideas sobre el espacio y el tiempo han experimentado un cambio a partir de la Teoría de la Relatividad de Einstein a principios del siglo xx (Einstein, 1918: 697-702). De este modo, el espacio y el tiempo dejan de ser absolutos y pasan a ser integrados en la estructura espacio-tiempo. Esta teoría exige que todas las leyes de la física deben ser formuladas en un espacio curvo tetra dimensional. La relatividad del tiempo y del espacio significa que tanto uno como el otro dependen del observador.<sup>1</sup>

Esto puede constatarse en el diseño del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), donde los satélites que orbitan la Tierra transmiten señales que reciben e identifican los receptores del GPS para proporcionar nuestra posición. Para ello es indispensable una sincronización de los relojes de estos satélites con los de la superficie de la Tierra. En consecuencia, los fenómenos relativistas obligan a reconfigurar constantemente el tiempo interno de cada satélite, ya que como predice la teoría de Einstein, los relojes de los satélites adelantan respecto a los que están en la tierra (Ashby, 2002: 41-47 y 2003).

La Física clásica sigue siendo verdadera en un ámbito de aplicación muy grande y solamente una parte de los fenómenos físicos escapan a su control y tienen que ser estudiados y resueltos por los métodos de la Mecánica Cuántica y de la Teoría de la Relatividad. En el trabajo cotidiano pocas veces nos detenemos a pensar en estos problemas. Después de todo, para un químico, la velocidad de una reacción química no es comparable a la velocidad de la luz, por lo que las aproximaciones newtonianas son ampliamente válidas. Lo mismo sucede para un biólogo, un geólogo, etcétera. De hecho, a menos que uno se dedique específicamente al estudio del tiempo o efectos temporales (como sucede en la relatividad general), es poco probable que se tropiece con estas complicaciones.

El científico trabaja con el tiempo dándolo por entendido e incluso asumiéndolo inconscientemente y no es un error. Después de todo, si nos guiamos por el éxito que la ciencia ha tenido en la sociedad, en cómo la tecnología se ha colado en nuestras vidas a ritmo lento pero sostenido, el desconocer o ignorar el problema del tiempo no ha sido una mala estrategia.

---

1 El ejemplo más ilustrativo al respecto sea la famosa “paradoja de los gemelos” (Fry y Brigham, 1957: 553-555). Supongamos que tenemos a dos gemelos idénticos, y los separamos de forma tal que uno queda en la Tierra y el otro es enviado a una nave espacial moviéndose a velocidades cercanas a la de la luz. Según la relatividad general, los “relojes internos” de cada gemelo (cada observador) dejarán de estar sincronizados y sus tiempos propios fluirán con ritmos distintos. En consecuencia, una vez que los gemelos se reencuentren, sus edades serán distintas. Por supuesto, la diferencia en edad no será tan notable. Pero mientras más cercana a la de la luz sea la velocidad de la nave que lleva al gemelo astronauta, mayor será dicha diferencia en edad.

En la práctica, los científicos necesitan que sus experimentos, que transcurren en un tiempo determinado, se aceleren. Para lo cual existen diferentes artilugios, como es el caso de los catalizadores, tanto de origen mineral como los de origen biológico (las DNAsimas) empleados con tanto éxito y desarrollados en el trabajo de Ana Janeiro.

Para otros científicos, el paso del tiempo permite encontrar regularidades, por ejemplo, en el clima para estimar intensidades y direcciones del viento, fenómeno que se encuentra descrito con más detalle en el artículo de Ariel Scagliotti y David Margarit. Otras veces, no es posible “adelantar” el reloj, sino que se ponen en juego otras cuestiones como las fuerzas evolutivas que permiten estudiar la evolución de poblaciones a través de procesos como la selección, la mutación y la deriva génica. Esto se encuentra específicamente ilustrado en el trabajo de Ramírez Londoño y Fernando Momo, quienes estudian los cambios en la variabilidad genética de la fauna de las tierras destinadas al agro como indicador de conservación de esos suelos.

## Bibliografía

- Ashby, Neil (2002). “Relativity and the Global Positioning System”. *Physics Today*, vol. 55, pp. 41-47.
- (2003). “Relativity in the Global Positioning System”. En *Living Reviews in Relativity*, vol. 6.
- Einstein, Albert (1918). “Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie”. *Die Naturwissenschaften*, vol. 48, pp. 697-702.
- Guzmán Ozamiz, Miguel (1974). *Matemáticas en el mundo moderno*. Madrid: Blume.



# Catalizadores: los ansiosos de la química

*Ana Janeiro\**

Dentro de las reacciones químicas existe una clasificación muy importante que es la de reacción espontánea y no espontánea. Una reacción no espontánea es aquella que requiere de una fuente externa de energía para ocurrir, por ejemplo, la descomposición de la molécula de agua en oxígeno ( $O_2$ ) e hidrógeno ( $H_2$ ) no ocurre a menos que se le aplique una corriente eléctrica al agua, electrólisis. En cambio, las reacciones espontáneas ocurren sin necesidad de una fuente externa de energía, al mezclar bicarbonato de sodio con un ácido, como puede ser el vinagre, se observa la aparición de burbujas debido al dióxido de carbono ( $CO_2$ ) generado. En este caso, la formación de  $CO_2$  es un proceso espontáneo y además ocurre muy rápidamente. Sin embargo, no todas las reacciones espontáneas ocurren tan rápido. Un ejemplo de esto es la transformación del diamante en dióxido de carbono gaseoso, si bien es un proceso espontáneo, por suerte es tan lento que las joyas familiares se pueden conservar por varias generaciones sin que desaparezcan.

Muchas de las reacciones que son espontáneas pero lentas pueden acelerarse con el agregado de un catalizador. Los catalizadores son sustancias capaces de aumentar la velocidad de una reacción química. Lo hacen sin sufrir modificaciones en su estructura.

---

\* Licenciada en Ciencias Químicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Estudiante del Doctorado en Ciencia y Tecnología del Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento. Investigadora – Docente del Área de Química – Instituto de Ciencias – Universidad Nacional de General Sarmiento.

Uno de los usos más comunes de los catalizadores es a nivel industrial ya que, como el tiempo es dinero, al optimizar el tiempo en que se obtienen los productos deseados disminuyen los costos de producción. La mayoría de los catalizadores que se utilizan a nivel industrial son compuestos inorgánicos como platino, paladio, óxidos y silicatos de aluminio. Actúan disminuyendo el tiempo que tardan los reactivos en transformarse en productos y luego pueden ser recuperados para ser reutilizados. Pero esta no es la única importancia de la catálisis; dentro del organismo de cualquier ser vivo también existen catalizadores que actúan a nivel metabólico cumpliendo variadas funciones, como por ejemplo degradar moléculas grandes dentro del sistema digestivo. La mayoría de los catalizadores biológicos son enzimas, sustancias de naturaleza proteica. El funcionamiento de las enzimas se evidencia al poner una banana en la heladera, al enfriarse las paredes de las células de la cáscara se dañan permitiendo la salida de las enzimas responsables de acelerar la reacción que oscurece la cáscara de la banana. Así, comparando frutas de la misma edad parecerá más vieja la que haya estado dentro de la heladera dado que las enzimas aceleran su proceso de envejecimiento.

Una reacción típica que se ve afectada por los catalizadores, entre las miles que existen, es la descomposición de agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) en  $O_2$  y  $H_2O$ . Si se tiene un frasco con agua oxigenada puede estar guardado por meses en forma estable, pero en presencia de un catalizador se descompone rápidamente. Existen muchos organismos vivos que tienen la necesidad de recurrir a las enzimas capaces de degradar el agua oxigenada para evitar procesos de oxidación celular. Sin ir más lejos, cuando una persona se aplica agua oxigenada en una herida enseguida advierte la presencia de espuma blanca. Esta espuma son las burbujas de oxígeno gaseoso generado por la descomposición del  $H_2O_2$  gracias a la acción de las enzimas catalasas que hay adentro de las células, en una herida las células se rompen y quedan expuestas las enzimas catalizando la descomposición del agua oxigenada y evidenciando la reacción a través de la formación de oxígeno. Además de los compuestos inorgánicos y de las enzimas, que son sustancias proteicas, también existen otras moléculas biológicas, como es el caso de moléculas de ARN o ADN, que son capaces de catalizar procesos espontáneos (Atkins *et al.*, 1998; Brown *et al.*, 2004; Chang, 1992).

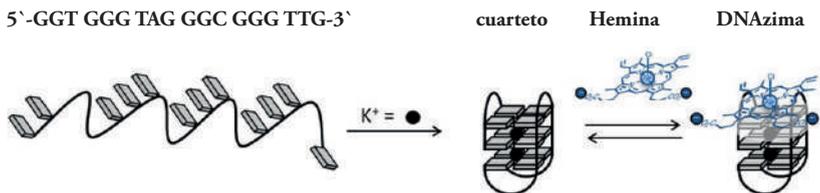
Dentro de los organismos vivos, el ADN es de suma importancia, ya que es el que almacena la información necesaria y da las instrucciones a toda la maquinaria biológica para que se produzcan componentes celulares como proteínas y ARN. Sin embargo, se descubrió que *in vitro* también puede tener funcionalidad

pero diferente. Algunos ejemplos son los oligonucleótidos, secuencias de ADN cortas simple cadena, que actúan como aptámeros o como DNazimas.

Un aptámero es un oligonucleótido que tiene afinidad especial por una determinada molécula. Esto significa que actúa como si fuera una llave y una cerradura. Para determinada cerradura hay un solo tipo de llave que la abre, lo mismo pasa con el reconocimiento por parte de un aptámero que adquiere una dada conformación y reconoce a una determinada molécula (analito de interés). Así por ejemplo hay aptámeros que reconocen moléculas de adenosina, cocaína, trombina, inmunoglobulina y varias toxinas para nombrar algunos posibles analitos blanco (McKeague *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2012; Walter *et al.*, 2012). Estas secuencias específicas se obtienen a partir de una técnica de selección molecular *in vitro*, equivalente a la evolución darwiniana pero a nivel molecular (SELEX). Se selecciona la secuencia que tiene afinidad por la molécula blanco que se quiere reconocer entre miles de secuencias oligonucleotídicas diferentes (Ellington *et al.*, 1990).

Una DNazima es un oligonucleótido que, en ciertas condiciones se comporta como una enzima, es decir, acelera los tiempos en los que ocurre una reacción química. En particular la DNazima peroxidasa, representada en la figura 1, se forma a partir de una secuencia que contiene un alto porcentaje de guanosina (G) que en presencia de iones potasio ( $K^+$ ) y de hemina le confiere una estructura especial denominada cuartetos de G. Se denomina peroxidasa porque es capaz de catalizar la reducción del peróxido de hidrógeno,  $H_2O_2$ , a agua a expensas de la oxidación de alguna otra sustancia. El nombre fue copiado al de las enzimas peroxidadas, cuya función se conoce desde antes (Travascio *et al.*, 1998).

**Figura 1 Formación del catalizador DNazima peroxidasa, a partir de una secuencia simple cadena que tiene alto porcentaje de G, en presencia de  $K^+$  y hemina**

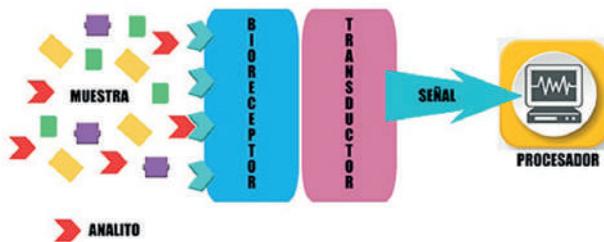


Fuente: elaboración propia.

Tanto los aptámeros como las DNazimas pueden aprovecharse para detectar eventos específicos, en el caso de los primeros el reconocimiento de la molécula blanco y en el caso de las segundas la descomposición del  $H_2O_2$ . Además, las reacciones pueden acoplarse a la generación de una señal. Esto les confiere una gran versatilidad para ser utilizados en biosensores.

Un biosensor, como se esquematiza en la figura 2, es un dispositivo que utiliza material biológico como capa de reconocimiento (tejidos, microorganismos, proteínas, enzimas, aptámeros, DNazimas, receptores sintéticos, polímetros, etcétera) asociada o integrada un a transductor físicoquímico que puede ser óptico, electroquímico, termométrico, piezoeléctrico, magnético. Los biosensores suelen proveer una señal electrónica digital que es proporcional a la concentración de uno o un grupo de analitos específicos. Tienen un amplio rango de usos, en medicina, investigación biomédica, determinación de presencia de drogas, ambientales, alimenticios, procesos industriales, seguridad y defensa.<sup>1</sup>

**Figura 2. Esquema de un biosensor**



La capa de biorreconocimiento reconoce al analito. El transductor analiza el evento y genera una señal proporcional a la concentración de analito.

Fuente: elaboración propia.

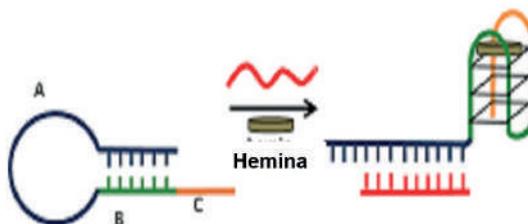
En el marco del Doctorado en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) estoy trabajando en el grupo de biosensores del Área de Química del Instituto de Ciencias (ICI). El objetivo general de mi tema de investigación es la puesta a punto de las etapas necesarias para desarrollar un biosensor.

El biosensor propuesto sería un genosensor (Beattie *et al.*, 1995), es decir, que el analito de interés es una secuencia simple cadena de ADN. En la figura 3 se

<sup>1</sup> Biosensors and bioelectronics, <http://www.journals.elsevier.com/biosensors-and-bioelectronics>

esquematiza la capa de biorreconocimiento, estaría dada por un oligonucleótido que en parte sea complementario a la secuencia analito y en parte tuviera la estructura necesaria para formar una DNazima. En ausencia de analito no se vería respuesta alguna, pero si el analito estuviera presente, además de  $K^+$ , hemina,  $H_2O_2$  y una sustancia capaz de oxidarse (indicador) la DNazima quedaría expuesta y se produciría la oxidación del indicador, a expensas de la reducción del  $H_2O_2$  (Kosman *et al.*, 2014).

**Figura 3. Esquema de un genosensor cuya señal está dada por la catálisis de una DNazima peroxidasa**

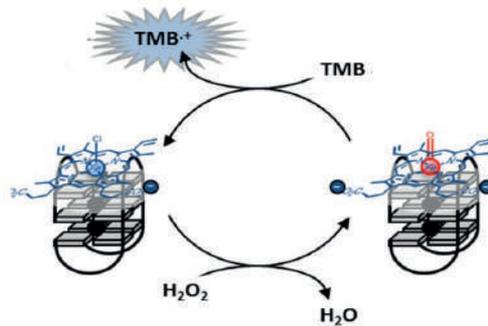


El oligonucleótido que actúa como biorreconocimiento consta de tres partes A) secuencia complementaria a la secuencia de interés. B) Secuencia complementaria a una parte de A. B-C) secuencias que, en presencia de  $K^+$  y hemina forman DNazima peroxidasa. En presencia de la secuencia de interés, como la afinidad de A por esta secuencia es mayor que la de A por B la conformación del oligonucleótido cambia, y en presencia de hemina y  $K^+$  se establecen los cuartetos de G y aparece la estructura de la DNazima.

Fuente: elaboración propia.

Es decir, a medida que aumenta la concentración de la secuencia que se quiere detectar también se descompone más cantidad de  $H_2O_2$  a expensas de la oxidación de mayor cantidad de indicador. El indicador elegido es 3,3',5,5'-Tetrametilbenzidina (TMB) y su reacción de oxidación, como se ve en la figura 4, esta acoplada a la reducción del  $H_2O_2$ , si además se hace en medio ácido hay dos electrones intercambiados. Este indicador es estable y cambia de incoloro a azul al producirse su oxidación y, si se agrega ácido sulfúrico, vira al amarillo (Loic, 2016).

**Figura 4. Reacción de reducción del  $H_2O_2$  a expensas de la oxidación del indicador TMB catalizada por la DNAzima**



Fuente: elaboración propia.

La ventaja de utilizarlo es que se puede obtener señales por dos métodos diferentes; ópticamente midiendo la absorbancia a 450 nm, que es proporcional a la intensidad del color amarillo, a la concentración de  $H_2O_2$  que fue descompuesta y, por lo tanto, a la concentración de la secuencia analito o electroquímicamente. Para este segundo método se mide una gota de solución en un electrodo de tinta de grafito descartable por un método llamado voltametría de onda cuadrada. Básicamente, se cuantifica la corriente debida a los electrones intercambiados durante la reducción del  $H_2O_2$  y oxidación del TMB; esta corriente también es proporcional a la concentración de secuencia analito.

Para concluir, se puede decir que hay muchos tipos de catalizadores y todos son de gran importancia. Ya sea a nivel industrial o dentro de un organismo la catálisis se hace fundamental para que las reacciones sucedan en un tiempo razonable. En este trabajo se mostró una forma muy particular de utilizar un catalizador, que es asociando su actividad a la presencia de una molécula de interés y esto se logra al formar parte de la capa de biorreconocimiento dentro de un biosensor. Las DNAzimas peroxidasas abren grandes posibilidades a la hora de diseñar genosensores y los indicadores dan una gran versatilidad a la detección de la señal ya que ofrecen más de una forma de transducción. En particular, la detección electroquímica se muestra muy prometedora ya que permite la miniaturización de los sensores, haciéndolos fácilmente transportables y robustos. Si bien ya hay biosensores en funcionamiento, como el que sensa la cantidad de glucosa en sangre, en un futuro se podrán tener sensores que permitan hacer detecciones rápidas, de bajo costo y de fácil operación resolviendo infinidad de

problemáticas. Así, por ejemplo, se agilizaría el diagnóstico de enfermedades o la cuantificación de contaminantes.

## Bibliografía

- Atkins, Peter y Jones, Loretta ([1997]1998). *Química. Moléculas, materia y cambio*. Barcelona: Omega.
- Beattie, Kenneth; Beattie, Wanda; Meng, Ling; Turner, Saralinda; Coral-Vazquez, Ramón; Smith, Don; McIntyre, Peter y Dao, Dat (1995). “Advances in Genosensor Research”. *Clin Chem*, vol. 41, n° 5, pp. 700-706.
- Brown, Theodore; Le May, Eugene y Bursten, Bruce ([2003] 2004). *Química. La ciencia central*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Chang, Raymond (1992). *Química*. Nueva York: Mc Graw Hill.
- Ellington, Andrew y Szostak, Jack (1990). “In Vitro Selection of RNA Molecules that Bind Specific Ligands”. *Nature*, n° 346, pp. 818-822.
- Kosman, Joanna y Juskowiak, Bernard (2017). “Bioanalytical Application of Peroxidase-Mimicking DNAzymes: Status and Challenges”. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Loic, Stephan (2016). “Native and Synthetic G-quartet-based DNAzyme Systems—Artificial Enzymes for Biotechnological Applications”. En Noreña, Luis y Wang, Jin-An (eds.), *Advanced Catalytic Materials-Photocatalysis and Other Current Trends. InTech*, DOI: 10.772/62165.
- McKeague, Maurenn; Bradley, Charlotte; De Girolamo, Annalisa; Visconti, Angelo; Millar, J. David y DeRosa, María (2010). “Screening and Initial Binding Assessment of Fumonisin B<sub>1</sub> Aptamers”. *Int. J. Mol. Sci.*, n° 11, pp. 4864-4881.
- Travasio, Paola; Li, Yingfu y Sen, Dipankar (1998). “DNA-Enhanced Peroxidase Activity of a DNA Aptamer-Hemin Complex”. *Chemistry and Biology*, n° 5, pp. 506-517.
- Walter, Johanna-Gabriela; Heilkenbrinker, Alexandra; Austerjost, Jonas; Timur, Suna; Stahl, Frank y Scheper, Thomas (2012). “Aptasensors for Small Molecule Detection”. *Zeitschrift fur Naturforschung B*. 67b, pp. 976-986.

Zhang, De-Wen; Zhang, Fang-Ting; Cui, Yi-Ran; Deng, Qin-Pei; Krause, Steffi; Zhou, Ying-Lin y Zhang, Xin-Xiang (2012). "A Label-Free Aptasensor for the Sensitive and Specific Detection of Cocaine Using Supramolecular Aptamer Fragments/Target Complex by Electrochemical Impedance Spectroscopy". *Talanta*, n° 92, pp. 65-71.

# ¿Podemos definir qué es un reloj sin nombrar de alguna manera al “tiempo”?

## Algunas formas de pensar-medir el tiempo en la física-matemática

*Juan Pablo Borgna\**

*“Si nadie me pregunta qué es el tiempo, creo entenderlo, pero si intento explicarlo me resulta imposible”*. Esta es una frase atribuida a San Agustín, y deja al descubierto la complejidad y las limitaciones que tenemos para poder definir al tiempo.

Es frecuente comparar al tiempo con el fluir de un río (“el tiempo fluye”, “el tiempo pasa”), pero esta metáfora no sirve porque contiene una falacia lógica: el movimiento del agua en un río es el cambio de posición de una unidad de volumen respecto al tiempo, ¡qué es justamente lo que queremos explicar!

En este contexto aparecen los relojes como sistemas físicos que sirven para medir el tiempo. Estos sistemas pueden estar en diferentes estados y esencialmente lo que miden es la periodicidad con que esos estados se repiten. Pero si optamos por definir el tiempo por “es aquello que se mide con el dispositivo llamado reloj” nuevamente se cae en la falacia de circularidad porque no hay

---

\* Doctor en Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Investigador – Docente del Área de Matemática – Instituto de Ciencias – Universidad Nacional de General Sarmiento. Profesor Adjunto en la Escuela de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de San Martín.

manera de definir un reloj sin apelar a la idea de tiempo o de periodicidad (¡¡¡que es solo el “tiempo” en que un sistema vuelve al mismo estado!!!).

De acuerdo con nuestra percepción, diferenciamos claramente el tiempo del espacio. Consideramos que todos los puntos del espacio, los lugares, tienen idéntica condición de existencia. El “aquí” y el “allá” son igualmente existentes. Podemos movernos en el espacio eligiendo nuestro “aquí” y entendemos sin dificultad que el “aquí” es subjetivo, es nuestro, pero eso no lo hace diferente del “aquí” de otra persona que para nosotros es “allá”.

El tiempo es diferente. Para nuestros sentidos los diferentes puntos del tiempo, los instantes, aparecen con diferente cualidad de existencia: el “ahora” existe con un peso mayor que el tiempo pasado, que ya dejó de existir, y que los instantes que vendrán en el futuro, que aún no existen. Así, en este contexto, se nos impone de manera natural, como un concepto intuitivo provisto por nuestros sentidos, la idea del tiempo como “algo” absoluto, independiente de las cosas y la materia.

Cuando los padres de la física moderna (Juan de Buridán (1300-1358), Galileo Galilei (1564-1642) o Isaac Newton (1642-1727) sentaron los principios de las leyes del movimiento de los cuerpos, debieron darle al tiempo una dimensión matemática, y nunca abandonaron la idea del tiempo absoluto. En su obra *Principia...* Newton asegura que “el tiempo es absoluto, real y matemático, fluye por su propia naturaleza sin dependencia de nada externo. El tiempo es un ente que fluye en una sola dirección y que se lo puede expresar como un parámetro matemático...”.

En la mecánica newtoniana, el espacio tiene la categoría de substancia a través de la cual se mueven los objetos materiales y la radiación. La distancia entre dos sucesos es independiente del instante en el que tienen lugar. El tiempo es independiente de las cosas y mientras las cosas cambian, el tiempo no. Justamente el cambio en las cosas es en relación con el tiempo uniforme que sirve como marco absoluto.

Parecía un concepto perfecto, de hecho, el éxito de la mecánica clásica fue total: todo se podía predecir, desde el movimiento acelerado de los objetos en la tierra hasta el movimiento de los planetas en el sistema solar. Y esto quedó aún más consolidado con el desarrollo de la termodinámica y del electromagnetismo, teorías que encajaron y se construyeron sobre las leyes de Newton.

Para darle consistencia a toda esta nueva estructura del conocimiento se debió construir una nueva matemática que fuera la herramienta necesaria para del nuevo cálculo. Con no pocas idas y vueltas, las mismas personas que sentaron los principios de las leyes de la mecánica también dieron luz al cálculo infinitesimal.

¿Podemos definir qué es un reloj sin nombrar de alguna manera al “tiempo”?

El gran salto conceptual fue el de usar en el cálculo la idea del continuo (“el paso al límite...”). Claro que esto no fue algo cristalino desde el primer momento: llevó por lo menos dos siglos darle forma y recién hacia el siglo XIX se puede decir que se llegó a una formalización adecuada del cálculo diferencial (en la contradictoria figura de Augustin Louis Cauchy: *Coursed’Analyse* - 1821). En lo referente al tiempo, el uso de esta “nueva herramienta” significaba que se podía pensar en un tiempo absoluto y continuo, infinitamente subdividible.

Hacia fines del siglo XIX apareció una crítica a la estructura perfecta de la mecánica cuando Ernst Mach postula que la masa inercial no es una característica dinámica sino una medida de acoplamiento con el resto del universo. Esto dio pie a repensar diversos aspectos de la mecánica y desembocó en la formulación de la Teoría Especial de la Relatividad de Albert Einstein (1905). El principal afectado es justamente el tiempo porque la simultaneidad pasa a ser un concepto relativo (ya no puede haber un gran observador universal como en la mecánica clásica). El hecho de que dos acontecimientos sean simultáneos deja de depender de ellos para pasar a depender de cómo son observados.

Casi sin dar respiro aparece un nuevo golpe duro al concepto del tiempo absoluto e indivisible. En 1925 Erwin Schrödinger plantea la ecuación fundamental de una partícula libre y da sustento, aunque no formalidad, a la nueva Mecánica Cuántica. En 1927, en este marco, Werner Heisenberg postula el Principio de Incertidumbre:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{4\pi}$$

y también

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi}$$

De esta última desigualdad se desprende inmediatamente que no puede existir un tiempo infinitamente indivisible. ¡¡¡Hay que aceptar una condición discreta del tiempo!!!

Las ecuaciones fundamentales del Electromagnetismo y de la Mecánica Cuántica tienen la característica de ser “simétricas en el tiempo” (no cambian con la transformación  $t \rightarrow -t$ ) pero para otras ramas esto no sucede, es decir que hay una “dirección privilegiada” del tiempo. El astrónomo Arthur Eddington (1882-1944) introdujo el concepto de “flecha del tiempo”, y en la actualidad

hay varias de ellas. Una pregunta natural es si todas ellas “definen el mismo tiempo”, en algunos casos es fácil ver que sí, pero en otros no se sabe.

A continuación veremos algunas de estas “flechas del tiempo”:

## 1) Flecha del devenir

Es paradójicamente la más abstracta y, a su vez, la más evidente. Todos tenemos conciencia de que el “tiempo pasa”, el pasado es inmutable y el futuro es lo que todavía no fue y “tiene abierta todas las posibilidades”, recordamos el pasado y nunca el futuro. Es esencialmente subjetiva, porque está ligada a nuestra conciencia y se impone como un tiempo objetivo y absoluto. Es el concepto de tiempo asumido por la mecánica newtoniana.

## 2) Flecha de la termodinámica

Está en consonancia con la anterior, pero le aporta un sentido físico-matemático que le da sustento. Está basada en la segunda ley de la termodinámica, que esencialmente postula que la entropía de un sistema siempre crece.

Para entender un poco este principio, consideremos un sistema muy sencillo formado por cuatro bolas distinguibles ABCD, y dos cajas también distinguibles, digamos la de la izquierda y la de la derecha. Repartimos estas bolas en las cajas y podemos anotar todas las posibilidades que se presentan de la siguiente forma: “A|BCD” significa que la bola A está en la caja de la izquierda y las restantes en la de la derecha, “ABCD|” que todas están en la de izquierda, y así sucesivamente. Estos son los microestados del sistema, en los que se especifica con esta notación en qué caja está cada una de las bolas.

Los macroestados son el número de bolas en cada caja, sin importar cuales bolas están en cada una de ellas, y lo notaremos por ejemplo con (1|3) al primero y con (4|0) al segundo de los anteriores ejemplos.

Llamamos **S** al número de microestados posibles asociados a un macroestado determinado. Matemáticamente, calcular el número **S** de ese macroestado determinado es un problema de combinatoria, mientras que contar el número de posibles macroestados es un problema de estadística de Bose-Einstein. En el ejemplo dado:

¿Podemos definir qué es un reloj sin nombrar de alguna manera al “tiempo”?

Macroestado	S
(4 0)	1
(3 1)	4
(2 2)	6
(1 3)	4
(0 4)	1

Si el número de bolas es mayor, los números S crecen muy rápidamente: si hubiera 20 bolas, el macroestado (10|10) tiene un  $S=184856$ , es decir, que el estado totalmente desordenado (10|10) es casi doscientas mil veces más probable que el estado totalmente ordenado (20|0) o (0|20). Y si tenemos  $10^{30}$  moléculas, claramente el estado ordenado es casi imposible.

En este sentido podemos dar la primera definición del tiempo (definición termodinámica): *“el tiempo es la tendencia que tienen los sistemas ordenados o de baja entropía, a cambiar hacia un estado más desordenado o de alta entropía”* y la razón de esta tendencia es de carácter totalmente estadístico (es más probable un estado desordenado que uno ordenado). Es decir, que la naturaleza solo hace lo más probable y esto determina la flecha temporal.

### 3) Flecha cosmológica

En 1929, Erwin Hubble constata que las galaxias se alejan una de otras a una velocidad proporcional a la distancia que las separa. Esto, más predicciones de la teoría general de la relatividad, dan origen a la teoría del Big Bang, la creación del espacio-tiempo en un instante con una posterior “gran inflación” del espacio-tiempo. Aquí la flecha del tiempo es la dirección en la que se produce esta gran inflación. Hasta hace poco se pensaba que podría haber un momento en que el universo comenzaría una gran contracción y así la flecha del tiempo se invertiría, pero está siendo descartado por la teoría de la masa-energía oscura, con lo que parece que todo el universo se dirige hacia una alta entropía: todo el universo quieto y helado.

Esta flecha del tiempo encaja perfectamente con la de la termodinámica.

### 4) Flecha de la radiación y la mecánica ondulatoria

Todos sabemos que cuando una piedra cae en un estanque en calma se producen ondas concéntricas que se alejan del lugar donde cayó la piedra y nunca, sin

mediar nada, ondas provenientes de la pared del estanque se dirigen sincronizadamente hacia un punto en particular. Esto mismo sucede con las ondas electromagnéticas: la luz sale de las estrellas, la emisión de radio sale de una antena o de una fuente estelar, pero nunca el universo se organiza para que ondas electromagnéticas converjan espontáneamente hacia un punto.

Sin embargo, las leyes de la física y las ecuaciones matemáticas que modelan la propagación de ondas son invariantes por la transformación  $t \rightarrow -t$ ; por lo tanto, las soluciones de estas ecuaciones son simétricas y aparecen de a pares, la que viaja hacia el futuro (solución retardada) y la que viaja hacia el pasado (solución avanzada). Con lo que dijimos antes solo se observa la solución retardada, las que satisfacen condiciones dadas y no a futuro.

Matemáticamente podemos pensar que las ecuaciones de la mecánica ondulatoria están erradas o al menos están formuladas de una forma demasiado simplificadas. Tal vez algo de eso sea así, pero en el sentido que en general las ecuaciones de la mecánica ondulatoria son lineales, y en cuanto se le agrega un término no lineal, además de complicarse su resolución, suelen aparecer soluciones tipo solitones, lo que matemáticamente habla de cierta ganancia de regularidad de las soluciones cercanas, y en este sentido podemos introducir también desde las ecuaciones este concepto de la flecha del tiempo.

## 5) Flecha cuántica

Las ecuaciones básicas de la Mecánica Cuántica, la ecuación de Schrödinger para la partícula libre, tiene también la característica de ser reversible, pero sin embargo a partir del principio de incertidumbre de Heisenberg

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi}$$

tenemos que la energía y el tiempo no son observables al mismo tiempo. Por un lado, esto nos dice que el tiempo no es subdivisible de manera arbitraria (“hay una unidad mínima de tiempo... el cronón”) y por otro nos dice que el solo hecho de medir en un sistema cuántico, el observador está determinando el estado del mismo sistema. Esto cierra la posibilidad de definir al tiempo de manera instrumentalista (“el tiempo es aquello medido por el reloj”), porque justamente el reloj, como sistema cuántico, determinaría el sistema en su medición. Pero a su vez esta incertidumbre introduce una flecha del tiempo en sentido

¿Podemos definir qué es un reloj sin nombrar de alguna manera al “tiempo”?

que al observar-medir un sistema cuántico se determina y le da un sentido al tiempo (se torna irreversible). Es el clásico ejemplo del gato de Schrödinger.

## Posible definición del tiempo en sentido matemático

El concepto de “medir” en Mecánica Cuántica se traduce matemáticamente en colapsar un operador, proyectarlo sobre el espacio de sucesos, por lo que determina una dirección temporal. Pero la ecuación de Schrödinger es reversible, ¿cómo se conjugan estas dos cosas? En este sentido parecería que la invariancia por la transformación  $t \rightarrow -t$  de un operador o de una ecuación, no diría nada acerca de la determinación o no de una flecha del tiempo. Como ejemplo, la ecuación de Schrödinger es invariante por la transformación  $t \rightarrow -t$  y sin embargo, el fenómeno físico que modeliza sí determina una flecha temporal. Alguna otra propiedad debería satisfacer aquellos operadores que dan lugar a ecuaciones que modelan los fenómenos físicos que sí introducen una flecha temporal.

Hasta este punto no hemos hablado de otra propiedad importante que presentan algunos operadores matemáticos y las ecuaciones diferenciales a las que dan origen: el efecto regularizante. Por esto entendemos la propiedad que tienen las ecuaciones de tener soluciones con características de mayor regularidad, en el sentido de los espacios de Sobolev, para distintos valores de una de las variables, a la que justamente llamamos la “variable temporal”. La flecha temporal queda determinada por el sentido de la dirección del valor de esa variable en la que se gana regularidad.

Es bien sabido que la ecuación del calor, típica ecuación disipativa, no es reversible en la variable temporal y tiene un fuerte efecto regularizante, es decir que a medida que cambia la variable temporal, la solución es más regular. Pero en el caso de la ecuación lineal de Schrödinger, ecuación de tipo dispersivo, presenta reversibilidad en la variable temporal y también un efecto regularizante (se gana media derivada). Por otro lado, la ecuación relativista de Schrödinger que modela una partícula cargada viajando a la velocidad cercana a la de la luz, muestra reversibilidad en la variable temporal y pareciera que no posee efecto regularizante (es una línea de trabajo planteada por el autor con matemáticos especialistas de la Universidad de California en Santa Bárbara).

Esto último nos lleva a pensar que, matemáticamente la flecha temporal queda más bien determinada por el efecto regularizante de un operador más que por la no reversibilidad o no invariancia frente a la transformación  $t \rightarrow -t$ .

En este punto podemos introducir el concepto matemático del tiempo como la propiedad que presentan los operadores funcionales, diferenciales o pseudo diferenciales, de efecto regularizante, es decir que el concepto de tiempo está determinado por la capacidad intrínseca que tiene cada operador en devolver soluciones con mayor regularidad, en el sentido de los espacios de Sobolev, para distintos valores de una variable especial justamente llamada la “variable temporal”.

Esta definición es consistente con las flechas de la termodinámica, la cosmológica y la cuántica, porque sus ecuaciones poseen en mayor o menor medida algún efecto regularizante, y se entiende que el marco relativista justamente no puede definir una flecha temporal porque la ecuación relativista de Schrödinger no posee esta propiedad.

## **Bibliografía**

- Borgna, Juan Pablo y Rial, Diego (2012). “Existence of Ground States for a One-dimensional Relativistic Schrödinger Equation”. *Journal of Mathematical-Physics*, vol. 53, pp. 1-18.
- De la Torre, Alberto (2002). “La física del tiempo”. *Ciencia Hoy*, vol. 12, n° 71.
- De Leo, Mariano y Rial, Diego (2007). “Well Posedness and Smoothing Effect of Schrödinger-Poisson Equation”. *Journal of Mathematical-Physics*, vol. 48, pp. 1-18.

# Cambios en la variabilidad genética de la fauna del suelo como indicador del estado de conservación de suelos con uso agropecuario

*Angélica María Ramírez Londoño\**  
*y Fernando R. Momo\*\**

En la región pampeana argentina se encuentran algunos de los biomas que más transformaciones han sufrido a causa de la intervención humana (Viglizzo *et al.*, 2005). Los sistemas agrícolas y ganaderos de la región han cambiado con el correr del tiempo. A principios del siglo xx estas actividades se desarrollaron de forma extensiva, con una productividad baja comparada con los valores actuales y con bajo impacto ambiental. Hacia mediados de siglo surgió el manejo tradicional mixto agrícola-ganadero, con una agricultura más tecnificada, en rotación con una ganadería semi-intensiva. Ya a fines del siglo xx e inicios del siglo XXI, el sistema se modificó hacia un cultivo más intensivo, ocurriendo

---

\* Licenciada en Biología y Educación Ambiental. Estudiante del Doctorado en Ciencia y Tecnología del Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.

\*\* Doctor en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Investigador – Docente del Área de Biología y Bioinformática – Instituto de Ciencias – Universidad Nacional de General Sarmiento. Profesor Adjunto en el Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable – Universidad Nacional de Lujan. Actualmente Secretario de investigación del Instituto de Ciencias.

un desacople entre la ganadería y la agricultura, especializándose cada una de manera independiente (Granitto *et al.*, 2016).

El impacto negativo de estos usos intensivos sobre el ambiente es inevitable. Está bien documentado que la sustitución de las coberturas vegetales naturales para establecer sistemas de producción intensivos trae como consecuencias el deterioro del suelo, la lixiviación y agotamiento de nutrientes, la disminución de la capacidad productiva de los agroecosistemas y la reducción de la biodiversidad y sus funciones (Díaz Porres, 2016). A su vez, con dicha intensificación de las actividades agrícolas, la regulación biológica fue reemplazada por insumos químicos y mecánicos, aumentando abruptamente la demanda de agroquímicos para los cultivos de soja, maíz y trigo. Los plaguicidas usados para el control de las poblaciones consideradas dañinas para los cultivos afectan también a los organismos benéficos, entre ellos parasitoides y depredadores, por lo que las plagas resurgen al quedar libres de los agentes naturales de control (Lavelle *et al.*, 2006; Feijoo *et al.*, 2010). Estos compuestos pueden causar efectos agudos en la fauna benéfica y producirles la muerte, o efectos subletales que alteran la fisiología o el comportamiento de los organismos (Desneux *et al.*, 2007). La fauna regional ha resultado significativamente afectada a raíz de esto (Viglizzo *et al.*, 2005).

Entre los organismos no blanco que pueden ser afectados por los agroquímicos, se cuenta la fauna del suelo. Dicha fauna es clave en el funcionamiento de los ecosistemas, pues al ocupar diversos niveles tróficos en la cadena alimenticia, participa en la regulación de procesos como la descomposición y ciclado de nutrientes; influencia las poblaciones y actividad de microorganismos responsables de la mineralización y humificación de la materia orgánica; mantiene las propiedades físicas del suelo necesarias para el crecimiento de las plantas (Decaens *et al.*, 2003). Como dijimos, la fauna del suelo es afectada por las intervenciones antrópicas como el laboreo, aplicación de agroquímicos e introducción de ganado; intervenciones que modifican las condiciones microclimáticas, las propiedades químicas y físicas del suelo, y las interacciones bióticas con otros organismos. Por todo esto, los cambios en la densidad, diversidad, composición y distribución de la fauna del suelo pueden usarse como bioindicadores de calidad y deterioro del sistema (Bedano *et al.*, 2006a; 2006b).

La llamada macrofauna del suelo incluye organismos con diámetro corporal mayor a 2 mm o longitud mayor que 10 mm que desarrollan todo o parte del ciclo de vida en el suelo o en el mantillo (Lavelle *et al.*, 2006); esta comunidad es reconocida como bioindicadora de degradación gracias a su sensibilidad ante las perturbaciones del ambiente (Pinzón *et al.*, 2014); su pequeño tamaño los

hace sensibles a las condiciones locales, mientras que su movilidad les permite desplazarse en respuesta a estos cambios y a su vez, los tiempos cortos entre generaciones dan lugar a respuestas numéricas rápidas (Samways *et al.*, 2010; Gerlach *et al.*, 2013). La importancia de utilizar organismos indicadores para interpretar ciertos procesos de los ecosistemas, se basa en que la presencia o grado de abundancia de algunas especies es el producto de procesos complejos (Paleologos, 2012); los organismos integran sus respuestas al ambiente en el espacio y el tiempo y muestran entonces una respuesta integral a los cambios.

El efecto de los diferentes usos del suelo sobre la riqueza específica de artrópodos ha sido estudiado a lo largo de todo el planeta. Tratar de valorar los efectos de uso del suelo, en un determinado hábitat con todas las especies de ese ecosistema, es prácticamente imposible. Es por ello que es recomendable centrar el trabajo en el seguimiento de algunas especies indicadoras, pertenecientes a un grupo concreto y conocido para poder valorar la sostenibilidad ecológica de los hábitats a estudiar (Obregón, 2015). El uso de bioindicadores tiene la ventaja de proporcionar información histórica y funcional sobre los suelos (Falco *et al.*, 2015). Varios grupos taxonómicos han sido utilizados como indicadores, nematodos, moluscos, diplópodos, quilópodos, arácnidos, ácaros, crustáceos, ortópteros, hemípteros, himenópteros, dípteros, coleópteros, entre otros (Gerlach *et al.*, 2013).

En los últimos años, en la Argentina, se comenzaron a estudiar los escarabajos (coleóptera) para la conservación de áreas específicas ricas en especies raras y amenazadas (Cicchino, 2003; 2009; Torres *et al.*, 2007) y en los agrosistemas, donde el estudio se ha orientado a su diversidad, importancia, distribución y cómo son afectados por las prácticas agrícolas (Marasas, 2002; Lietti *et al.*, 2008; Marasas *et al.*, 2010; Paleologos, 2012). Por su amplia diversidad, tiene muchas familias que pueden ser utilizadas como indicadoras: Carabidae, Cicindelidae y Cerambycidae (Paleologos, 2012). Estas familias muestran estrechas asociaciones con determinados ecosistemas y los indicadores deben seleccionarse según el ecosistema estudiado: como Cerambycidae en bosques, Carabidae en hábitats abiertos y Chrysomelidae en ambientes ricos en hojarasca (Gerlach *et al.*, 2013). Entre estas, Carabidae constituye uno de los grupos más apropiados y reconocidos para este fin (Ribera y Foster, 1997; Langor y Spence, 2006), como bioindicadores de variables microambientales y del estado de deterioro o recuperación del ambiente donde estos se desarrollan (Pearce y Venier, 2006; Langor y Spence, 2006; Avgin y Luff, 2010; Koivula, 2011). En el sector forestal, varios estudios han utilizado a este grupo como indicadores de cambios ambientales y del cumplimiento de funciones ecológicas,

a fin de determinar estrategias de manejo de los bosques (Carrington, 2002; Pearce y Venier, 2006). Han demostrado ser buenos indicadores del grado de disturbio, de ciertas condiciones ambientales y de factores antrópicos, tanto a nivel de parcela cultivada como de paisaje (Luff, 1996; Agosti y Sciaky, 1998; Woodcock *et al.*, 2005; Canepuccia *et al.*, 2009), por lo que constituyen una buena herramienta para el análisis ambiental y ecológico de los agroecosistemas (Ribera y Foster, 1997; Ribera *et al.*, 2001).

Los efectos de la actividad agropecuaria también se han visto en las lombrices de tierra, dado que los cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo modifican los cambios en la abundancia y composición de las comunidades (Falco *et al.*, 2015). Es así como las características de las comunidades de lombrices (abundancia, biomasa, riqueza de especies, diversidad, estructura, etcétera) son indicadores adecuados de las prácticas agrícolas y proporcionan información sobre sus posibles impactos en la calidad del suelo (Paoletti, 1999; Pérès *et al.*, 2011; Pelosi *et al.*, 2014; Piron *et al.*, 2016). Además, se sabe que el uso de pesticidas y herbicidas en los sistemas agrícolas intensivos afecta a las lombrices de tierra a diferentes niveles, desde la expresión genética y la fisiología hasta la estructura individual, poblacional y comunitaria (Pelosi *et al.*, 2014; Santadino *et al.*, 2014).

Además de los indicadores mencionados, los efectos dañinos del manejo sobre la fauna pueden manifestarse a nivel poblacional y, en particular, a nivel de la variabilidad genética de una población; esta se define como las diferencias genéticas que existen en el ADN, identificables y heredables, que ocurren dentro y entre los individuos de una población (Fu, 2002; Piñero *et al.*, 2008a). El conocimiento y entendimiento de las variaciones en la diversidad genética debida a procesos evolutivos, son de vital importancia tanto para la conservación de las especies, la sustentabilidad (Allendorf y Luikart, 2007), la productividad agrícola, pecuaria, pesquera y forestal (Hedrick, 2011). De manera particular, este conocimiento se utiliza para evaluar la capacidad de respuesta de las poblaciones y especies frente a los cambios ambientales naturales o provocados por las actividades humanas, evaluar los riesgos de la pérdida de especies, poblaciones y recursos genéticos, conocer la riqueza genética de un sitio y su distribución geográfica. También es útil para planear las estrategias de aprovechamiento y conservación de poblaciones, especies y recursos genéticos, comprender las causas, forma y velocidad de la pérdida de la variabilidad genética, evaluar los riesgos de introducción de plagas, enfermedades, especies mejoradas genéticamente sobre las poblaciones, especies nativas y recursos genéticos de los organismos (Piñero *et al.*, 2008b).

Dada la naturaleza de la diversidad genética, el manejo de la información también difiere y por ello se eligen los índices de diversidad o de estructura y los marcadores moleculares utilizados. Las diferentes clases de marcadores proveen distintos niveles de resolución y poder estadístico, así como ventajas y desventajas (Awise, 2004; Freeland, 2005; Pradeep *et al.*, 2002). Por ejemplo, la técnica de los marcadores Inter-Secuencias Simples Repetitivas (ISSRs) permite obtener los niveles de variación en las regiones microsátélites dispersas en el genoma nuclear (Zietkiewicz *et al.*, 1994; Gupta *et al.*, 1999; Wolfe, 2000; Rakoczy-Trojanowska y Bolibok, 2004), son dominantes y su iniciador para PCR está compuesto de una secuencia microsátélite como (GACA)<sub>n</sub> anclada al extremo 3' o 5' por dos a cuatro nucleótidos arbitrarios usualmente degenerados (Zietkiewicz *et al.*, 1994) y no es necesario conocer la secuencia para el diseño de los iniciadores, lo que obvia la construcción de una librería genómica, tiempo y dinero (Rakoczy-Trojanowska y Bolibok, 2004); es una manera eficaz de inferir los niveles de variación genética en y entre diferentes poblaciones en ausencia de conocimiento genético previo de una especie (Holsinger *et al.*, 2002; Nybom, 2004; Pérez de la Torre, 2011). Puede mostrar una diferenciación genética a muy pequeña escala (Ormond *et al.*, 2010), se han utilizado mucho por su rápida implementación y por su bajo costo para establecer diversidad genética (Zizumbo *et al.*, 2005; Pérez de la Torre, 2011) y ha demostrado ser una herramienta eficaz para analizar la diversidad genética en una variedad de especies de insectos (Luque *et al.*, 2002; Martay *et al.*, 2014).

En nuestro grupo de trabajo estamos estudiando el efecto de diferentes usos del suelo (agrícola y ganadero) en comparación con suelos de uso productivo (pastizales naturalizados) en la variabilidad genética de algunas especies de interés: el “bicho bolita” (*Armadillidium vulgare*), un detritívoro; la lombriz *Aporrectodea caliginosa*, muy común en nuestros campos, y actualmente estamos comenzando a estudiar con esta óptica a dos especies de carábidos: *Pachymorphus striatulus* y *Paranortescordicollis*.

La hipótesis, parcialmente corroborada hasta ahora, es que las poblaciones de campos sometidos a un uso más intensivo tienen menor diversidad genética que las de la misma especie en campos naturalizados. De esta manera sumamos un indicador de mayor sensibilidad que los habitualmente usados.

## Bibliografía

- Allendorf, Fred y Luikart, Gordon (2007). *Conservation and the Genetics of Populations*. Reino Unido: Blackwell Publishing.
- Avgin, Sakine y Luff, Martin (2010). “Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) as Bioindicators of Human Impact”. *Mun. Ent. Zool*, vol. 5, n° 1, pp. 209-215.
- Avise, John (2004). *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. Second edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Bedano, José; Cantú, Mario y Doucet, Marcelo (2006). “Influence of Three Different Land Management Practices on Soil Mite (Arachnida: Acari) Densities in Relation to a Natural Soil”. *Applied Soil Ecology*, n° 32, pp. 293–304.
- (2006). “Soil Springtails (Hexapoda: Collembola), Symphylans and Pauropods (Arthropoda: Myriapoda) Under Different Management Systems in Agroecosystems of the Subhumid Pampa (Argentina)”. *European Journal of Soil Biology*, vol. 42, n° 2, pp. 107–119.
- Canepuccia, Alejandro; Cicchino, Armando; Escalante, Alicia; Novaro, Andrés e Isacch, Juan Pablo (2009). “Differential Responses of Marsh Arthropods to Rainfall-Induced Habitat Loss”. *Zoological Studies*, vol. 48, n° 2, pp. 174–183.
- Carrington, Terry (2002). *Factors Influencing Habitat Selection and Activity of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Central Appalachia*. Thesis Submitted to the College of Agriculture, Forestry and Consumer Sciences at West Virginia University in Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of Master of Science in Entomology. Morgantown, West Virginia.
- Cicchino, Armando (2003). “La carabidofauna edáfica de los espacios verdes del ejido urbano y suburbano marplatense. Su importancia como herramienta de manejo de estos espacios”. *Revista de Ciencia y Tecnología*, Serie Científica, Universidad Nacional de Santiago del Estero, n° 8, pp. 145–164.
- (2009). “Materiales de estudio de las especies de Carabidae (Insecta: Coleoptera) del Parque Costero del Sur”. En Athor, José, *Parque Costero*

- del Sur - Naturaleza, conservación y patrimonio cultural*, pp. 149-169. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Decaëns, Thibaud; Mariani, Lucero; Betancourt, Nixon y Jiménez, Juan José (2003). "Seed Dispersion by Surface Casting Activities of Earthworms in Colombian Grasslands". *Acta Oecologica*, vol. 24, n° 4, pp. 175-185.
- Desneux, Nicolas; Decourtye, Axel y Delpuech, Jean-Marie (2007). "The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods". *The Annual Review of Entomology*, n° 52, pp. 81-106.
- Díaz-Porres, Mónica (2016). *Impacto de los usos del suelo sobre la variabilidad genética de la fauna edáfica*. Ph. D. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Falco, Liliana; Sandler, Rosana; Momo, Fernando; Di Ciocco, César; Saravia, Leonardo y Coviella, Carlos (2015). "Earthworm Assemblages in Different Intensity of Agricultural Uses and Their Relation to Edaphic Variables". *PeerJ*, 3, e979.
- Feijoo-Martínez, Alexander; Zúñiga, María; Quintero, Heimar; Carvajal, Andrés y Ortiz, Diana (2010). "Patrones de asociación entre variables del suelo y usos del terreno en la cuenca del río La Vieja, Colombia". *Acta Zoológica Mexicana*, n° 2, pp. 151-164.
- Freeland, Joanna (2005). *Molecular Ecology*. West Essex: John Wiley & Sons.
- Fu, Yun-Xin (2002). "Variation: Measures". En *Encyclopedia of Life Sciences*. West Essex: John Wiley & Sons.
- Gerlach, Justin; Samways, Michael y Pryke, James (2013). "Terrestrial Invertebrates as Bioindicators: an Overview of Available Taxonomic Groups". *J Insect Conserv*, n° 17, pp. 831-850.
- Granitto, María; Rosso, Juan José; Boveri, María B. y Rennella, Armando (2016). "Impacto del uso del suelo sobre la condición de ribera en arroyos pampeanos y su relación con la estructura de la comunidad de peces". *Biología Acuática*, n° 31, pp. 19-27.
- Gupta, Pushpendra; Varshney, Rajeev; Sharma, Prakash Chand y Ramesh, Bandarupalli (1999). "Molecular Markers and their Applications in Wheat Breeding". *Plant Breeding*, n° 118, pp. 369-390.
- Hedrick, Philip (2011). *Genetics of Populations*. Nueva York: Jones and Bartlett.

- Holsinger, Kent; Lewis, Paul y Dey, Dipak (2002). "A Bayesian Approach to Inferring Population Structure from Dominant Markers". *Molecular Ecology*, n° 11, pp. 1157-1164.
- Koivula, Matti (2011). "Useful Model Organisms, Indicators, or Both? Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) Reflecting Environmental Conditions". *ZooKeys*, n° 100, pp. 287-317.
- Langor, David & Spence, John (2006). "Arthropods as Ecological Indicators of Sustainability in Canadian Forest". *The Forestry Chronicle*, vol. 82, n° 3, pp. 344-350.
- Lavelle, Patrick; Decaëns, Thibaud; Aubert, Michaël; Barot, Sébastien; Blouin, Manuel; Bureau, Fabrice; Margarie, Pierre; Mora, Philippe y Rossi, Jean-Pierre (2006). "Soil invertebrates and ecosystem services". *European Journal of Soil Biology*, n° 42, pp. 3-15.
- Lietti, Marcela; Gamundi, Juan; Montero, Guillermo; Molinari, Alicia y Bulacio, Valeria (2008). "Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo". *Ecología Austral*, vol. 18, n° 1, pp. 71-87.
- Luff, Martin (1996). "Use of Carabids as Environmental Indicators in Grasslands and Cereals". *Annales Zoologici Fennici*, n° 33, pp. 185-195.
- Luque, Carine; Legal, Luc; Straudter, Heidi; Gers, Charles y Wink, Michael (2002). "ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) as Genetic Markers in Noctuids (Lepidoptera)". *Hereditas*, n° 136, pp. 251-253.
- Marasas, Mariana (2002). *Efecto de los sistemas de labranza sobre la abundancia y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Marasas, Mariana; Sarandón, Santiago y Cicchino, Armando (2010). "Semi-Natural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles". *Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 34, n° 2, pp. 153-168.
- Martay, Blaise; Robertshaw, Tom; Doberski, Julian y Thomas, Alison (2014). "Does Dispersal Limit Beetle Re-colonization of Restored Fenland? A Case Study Using Direct Measurements of Dispersal and Genetic Analysis". *RestorEcol*, n° 22, pp. 590-597.

- Nybom, Hilde (2004). "Comparison of Different Nuclear DNA Markers for Estimating Intraspecific Genetic Diversity in Plants". *Molecular Ecology*, n° 13, pp. 1143-1155.
- Obregón Romero, Rafael (2015). "La influencia del manejo del suelo en las comunidades de coleópteros edáficos (Coleoptera) en la ZEPa-LIC La Serena y Sierras Periféricas (Badajoz, España)". *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, n° 56, pp. 291-299.
- Ormond, Emma; Thomas, Alison; Pugh, Philip; Pell, Judith y Roy, Helen (2010). "A Fungal Pathogen in Time and Space: Population Dynamics of *Beauveria Bassiana* in a Conifer Forest". *FEMS Microbiol Ecology*, n° 74, pp. 146-154.
- Paleologos, María Fernanda (2012). *Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires*. Tesis Doctoral, Facultad Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Paoletti, Maurizio (1999). "The Role of Earthworms for Assessment of Sustainability and as Bioindicators". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n° 74, pp. 137-155.
- Pearce, Jennie y Venier, Lisa (2006). "The Use of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) and Spiders (Araneae) as Bioindicators of Sustainable Forest Management: A Review". *Ecological Indicators*, n° 6, pp. 780-793.
- Pelosi, Céline; Barot, Sébastien; Capowiez, Yvan; Hedde, Mickaël y Vandenbulcke, Franck (2014). "Pesticides and Earthworms. A Review". *Agronomy for Sustainable Development*, n° 34, pp. 199-228.
- Pèrès, Guénola; Vandenbulcke, Franck; Guernion, Muriel; Hedde, Mickaël; Beguiristain, Thierry; Douay, Francis; Houot, Sabine; Piron, Denis; Richard, Antoine; Bispo, Antonio; Grand, Cécile; Galsomies, Laurence y Cluzeau, Daniel (2011). "Earthworm Indicators as Tools for Soil Monitoring, Characterization and risk Assessment. An Example from the National Bioindicator Programme (France)". *Pedobiologia*, n° 54, pp. 77-87.
- Pérez de la Torre, Mariana (2011). *Análisis de la variabilidad genética mediante marcadores ISSR en *Calibrachoa* sp.* Tesis de Maestría en Biotecnología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

- Piñero, Daniel; Barahona, Ana; Eguiarte, Luis; Rocha-Olivares, Axayácatl y Salas-Lizana, Rodolfo (2008a). “La variabilidad genética de las especies: aspectos conceptuales y sus aplicaciones y perspectivas en México”. En Sarukhán, José, *Capital natural de México*, pp. 415-435. México: CONABIO.
- Piñero, Daniel y colaboradores (2008b). “La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas”. En Sarukhán, José, *Capital natural de México*, pp. 437-494. México: CONABIO.
- Pinzón, Stefania; Rousseau, Guillaume; Rocha da Piedade, Alexandra; Celen-tano, Danielle; Corrêa Zelarayán, Marcelo y Braun, Heder (2014). “La macrofauna del suelo como indicadora de degradación de bosques ribereños en la amazonia oriental brasilera”. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Universidad Nacional de La Plata, vol. 114, n° 1, pp. 49-60.
- Piron, Denis; Boizard, Hubert; Heddadj, Djilali; Pérès, Guénola; Hallaire, Vincent y Cluzeau, Daniel (2016). Indicators of Earthworm Bioturbation to Improve Visual Assessment of Soil Structure. *Soil & Tillage Research*, vol. 173, pp. 53-63.
- Pradeep Reddy, Marri; Sarla, Neelamraju y Siddiq, Ebrahimali (2002); “Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Polymorphism and its Application in Plant Breeding”. *Euphytica*, n° 128, pp. 9-17.
- Rakoczy-Trojanowska, Monika y Bolibok, Hanna (2004). “Characteristics and Comparison of Three Classes of Microsatellite-Based Markers and their Application in Plants”. *Cellular & Molecular Biology Letters*, n° 9, pp. 221-238.
- Ribera, Ignacio y Foster, Garth (1997). “El uso de artrópodos como indicadores biológicos”. *SEA*, n° 20, pp. 65-276.
- Ribera, Ignacio; Doledec, Sylvain; Downie, Iain y Foster, Garth (2001). “Effect of Land Disturbance and Species Traits of Ground Beetles Assemblages”. *Ecology*, vol. 82, n° 4, pp. 1112-1129.
- Samways, Michael; McGeoch, Melodie y New, Tim (2010). *Insect Conservation: a Handbook of Approaches and Methods*. Oxford: Oxford University Press.

- Santadino, Marina; Coviella, Carlos y Momo, Fernando (2014). "Glyphosate Sublethal Effects on the Population Dynamics of the Earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)". *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 225, 2207.
- Torres, Patricia; Mazzucconi, Silvia y Michat, Mariano (2007). "Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional El Palmar (Provincia de Entre Ríos, Argentina): lista faunística, diversidad y distribución". *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, n° 66, pp. 3-4.
- Viglizzo, Ernesto; Frank, Federico y Carreño, Lorena (2006). "Situación ambiental en las ecorregiones Pampa y Campos y Malezales". En Brown, Alejandro *et. al* (eds.), *La situación ambiental argentina 2005*, pp. 263-269. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Wolfe, Andrea (2000). ISSR Resource Website. Disponible en <http://www.biosci.ohio-state.edu/~awolfe/ISSR/ISSR.html>
- Woodcock, Ben; Westbury, Duncan; Potts, Simon; Harris, Stephanie y Born, Valerie (2005). "Establishing Field Margins to Promote Beetle Conservation in Arable Farm". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n° 107, pp. 255-266.
- Zietkiewicz, Ewa; Rafalski, Antoni y Labuda, Damian (1994). "Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeats (SSR)-Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification". *Genomics*, n° 20, pp. 176-183.
- Zizumbo-Villarreal, Daniel; Colunga-García Marín, Patricia; Payro de la Cruz, Emeterio; Delgado-Valerio, Patricia y Gepts, Paul (2005). "Population Structure and Evolutionary Dynamics of Wild-Weedy Domesticated Complexes of Common Bean in a Mesoamerican Region". *Crop Science*, n° 45, pp. 1073-1083.



# Tiempo y clima: análisis de vientos

*Ariel Scagliotti\* y David Margarit\*\**

El tiempo es la herramienta fundamental a partir de la cual se puede realizar una descripción metodológica para el análisis de series de datos meteorológicos. La observación de los parámetros meteorológicos cambia radicalmente con la escala temporal. Si hablamos de tiempo, lo hacemos para determinar los parámetros meteorológicos de un lugar determinado en un momento determinado. Si hablamos de clima, estamos hablando del tiempo promedio (o sea del promedio y variabilidad de los parámetros meteorológicos) medidos en un lapso temporal no menor a 30 años.

Este trabajo en particular se centra en el análisis de series temporales de entre 3 años y 20 años de datos de intensidad y dirección del viento, para estudios preliminares de tiempo y clima. Se utilizaron datos provenientes del Parque Eólico “Tierra del Diablo”, en Bahía Blanca, y de la estación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el aeropuerto Comandante Espora ubicado a unos 12 km del parque. Una de las cosas fundamentales a analizar para instalar y sostener un parque eólico es el viento (su intensidad

---

\* Profesor universitario en Física. Estudiante del Doctorado en Ciencia y Tecnología del Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento. Becario Doctoral – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet).

\*\* Profesor universitario en Física. Estudiante del Doctorado en Ciencia y Tecnología del Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento. Investigador – docente del Área de Física – Instituto de Ciencias – Universidad Nacional de General Sarmiento. Becario Doctoral – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet).

y dirección). El parque cuenta con tres torres meteorológicas que registran intensidad y dirección del viento a diferentes alturas y temperatura cerca del suelo, y el aeropuerto con una torre que mide intensidad y dirección del viento a 10 m de altura.

## **Análisis de calidad de datos**

En primera instancia, se hizo un análisis de calidad de los datos. Los intervalos de tiempos medidos por las torres del parque eólico son de 10 minutos, desde 2008 a 2010, lo que da una cantidad de 160.000 datos por torre. Por otro lado, hay aproximadamente 180.000 datos del SMN, registrados durante 20 años (1991 a 2010) cada una hora. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM),<sup>1</sup> se debe realizar una serie de pruebas estadísticas en busca de registros inexistentes o fallidos (fechas sin datos, registros repetidos o desordenados).

## **Análisis de tiempo meteorológico**

Una vez constatada la calidad de la serie, se pueden verificar, a partir de los datos, diferentes fenómenos. Por ejemplo, el viento suele tener un ciclo anual, pero varía en diferentes lugares. En la gráfica de la figura 1 (a) se observa que hay mayor intensidad de viento durante el verano, y menor durante otoño y primavera. También se aprecia que la intensidad del viento cambia con la altura (mientras a menor altura sea medido, será menor su intensidad, debido a la rugosidad del terreno).

---

<sup>1</sup> [http://www.wmo.int/pages/about/opplan\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/about/opplan_es.html)

**Figura 1 a y b**

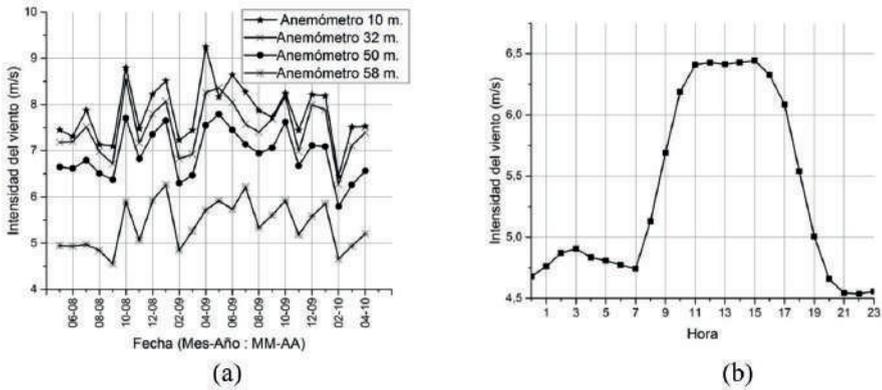


Figura 1. (a) Intensidad del viento media en función de los meses calendario para dos anemómetros del parque eólico ubicados a 57,8 m y 49,75 m de altura. (b) Intensidad del viento media calculada de los datos de anemómetro ubicado a 10 m de altura en el parque eólico en función de las horas del día.

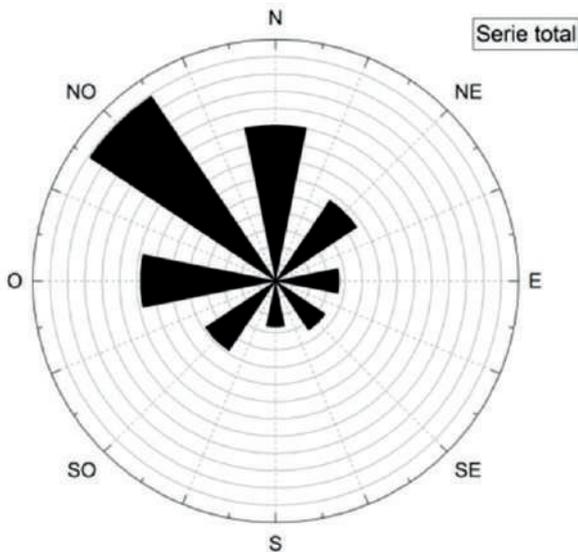
Fuente: elaboración propia.

También se puede estudiar la existencia de un ciclo diario. En la figura 1 (b) se ven mayores intensidades de viento durante horas de la tarde y las menores durante la noche, mientras que a la madrugada tiende a crecer.

Se puede ver, mediante el análisis previo, que el viento aumenta o disminuye su intensidad de forma periódica a escala diaria y anual. Esto es relevante a la hora de desarrollar actividades que dependan de la presencia de viento y su intensidad, como lo es el funcionamiento de los aerogeneradores del parque eólico en cuestión.

Un factor fundamental a ser investigado es la dirección hacia dónde apuntar los aerogeneradores. Para ello, resulta necesario realizar un análisis de la dirección del viento, cuyos resultados se condensan en una *Rosa de los Vientos*, que codifica las direcciones cardinales con grados del sistema sexagesimal, siendo 0° la dirección Norte.

**Figura 2. Rosa de los vientos con la totalidad de datos de anemómetro de parque eólico**

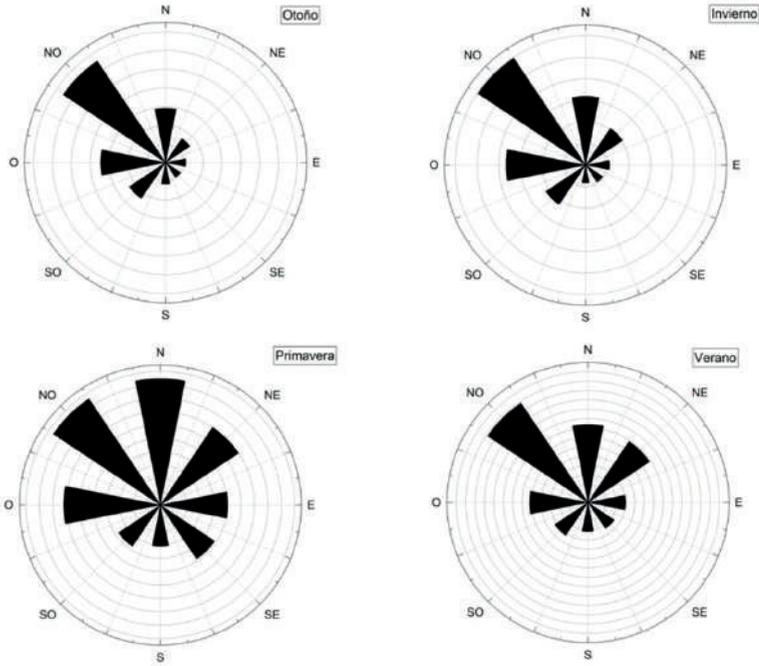


Fuente: elaboración propia.

La rosa de la figura 2 indica que la mayor cantidad de casos de dirección del viento se dan desde el NO (noroeste), es decir, que se podría recomendar apuntar los aerogeneradores en esa dirección. No obstante, resulta necesario analizar la existencia de un ciclo diario y anual de la dirección del viento.

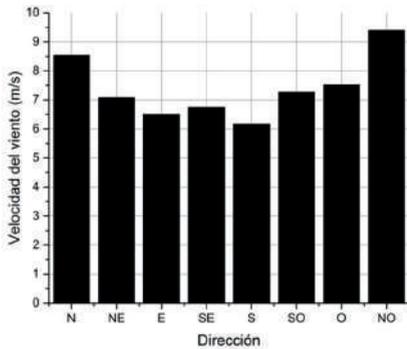
En la figura 3 se observa que la dirección prevalente sigue siendo el NO, aunque la forma de la rosa de los vientos cambia con la estación del año. También lo hace durante el día. Otra cuestión importante a definir es si las máximas intensidades de viento coinciden con la dirección prevalente.

Figura 3. Rosas de los vientos estacionales



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Velocidad media en función de la dirección del viento con datos de anemómetro y veleta del parque eólico



Fuente: elaboración propia.

Se ve en la figura 4 que las mayores intensidades de viento se dan en la dirección NO, aunque también hay intensidades considerables en otras direcciones, como en la dirección N (Norte). Por ello, hay que analizar muchos factores antes de decidir hacia dónde direccionar los rotores de los aerogeneradores (especialmente, porque se obtienen resultados diferentes de acuerdo con la escala temporal que se considere).

## Análisis climatológico

La variabilidad natural de parámetros meteorológicos observada durante períodos de tiempos prolongados, la conocemos como variabilidad climática. Para un análisis climatológico preliminar, se utilizaron datos del Aeropuerto Comandante Espora. La cantidad de datos no es suficiente para un análisis climatológico completo, aunque se pueden deducir algunas tendencias y características de la serie.

En reiteradas ocasiones se pueden observar series en las que la información no es clara, resulta “ruidosa”. El procedimiento que se realizó para suavizarla es el de “Promedio Móvil”, lo que resulta de tomar intervalos fijos de tiempo en la serie y hacer promedios de ellos. La elección de los intervalos para el hacer el promedio móvil es mediante el primer cero de auto-correlación (figura 5 a), allí es donde la serie comienza a perder información y no se la puede contrastar consigo misma.

**Figura 5 a y b**

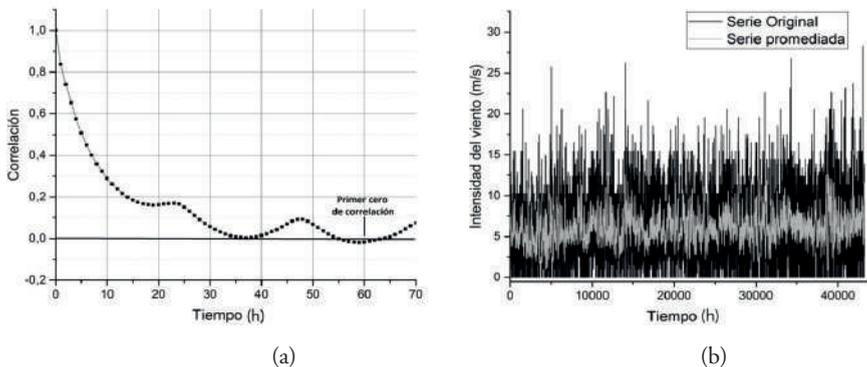


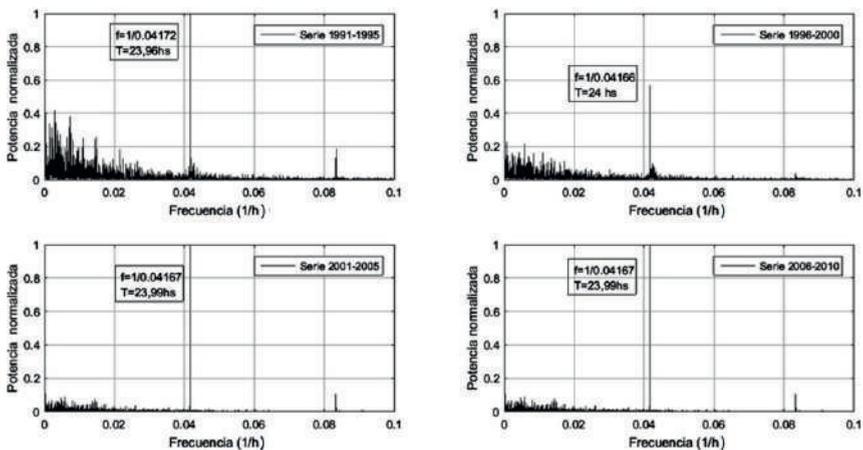
Figura 5. (a) Autocorrelación de la serie. (b) Gráfica de la serie de intensidad original y la serie con promedio móvil en función del tiempo de la serie completa.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 (b) se pueden observar los resultados de haber aplicado el método de promedio móvil. La serie en gris oscuro, la original, es bastante ruidosa, y la promediada en gris claro (de menor amplitud) presenta menor variabilidad. Por supuesto, que al “limpiar” la serie se pierde cierta información, por lo que, dependiendo del fin, se trabajará con la serie original o con la promediada.

Mediante un espectro de potencia (figura 6), podemos caracterizar frecuencias naturales de cualquier serie temporal. Es decir, detectar periodicidades en la serie. Se puede ver en los gráficos que la frecuencia más importante es de 24 h, un día, lo que indica que el ciclo diario es más marcado que cualquier otro. Por ello, a la hora de estimar la dirección, altura y demás parámetros para los aerogeneradores, se debe darle más importancia a cómo varía la dirección e intensidad del viento durante un día, que durante todo el año.

**Figura 6. Espectros de potencia de la serie para diferentes rangos de años**

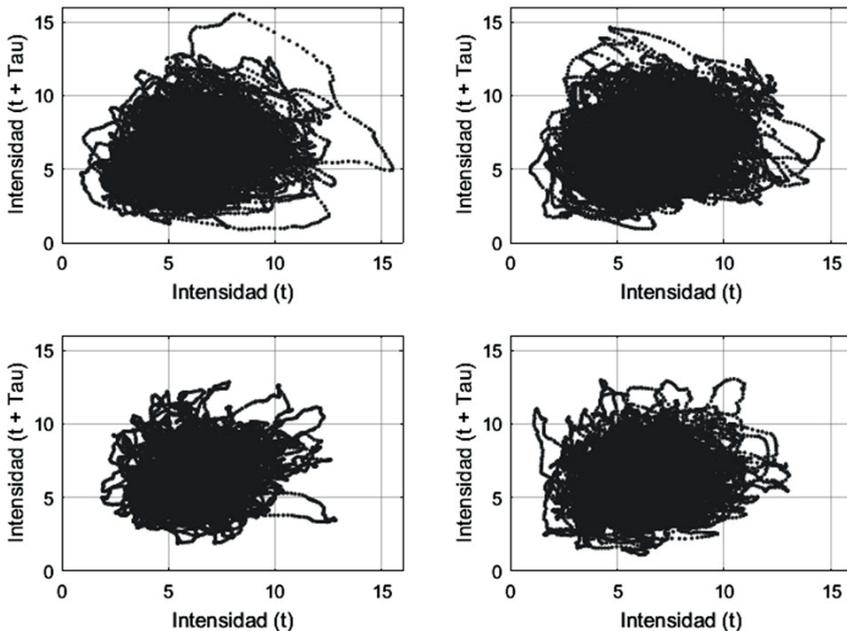


Fuente: elaboración propia.

La reconstrucción del espacio de fases es otro método que arroja cierta información. Se la realiza a partir de graficar la serie contra sí misma desfasada un tiempo “Tau” (que es el mismo cero de correlación mencionado anteriormente). De esta manera, se indica si existe algún punto en torno al cual se mueve la serie, y la variabilidad que existe en torno a ese punto buscando el centro geométrico del espacio de fases. Esto resulta útil para detectar variabilidades anómalas en la serie, ya sea por errores de instrumentos o codificación o por

una eventualidad climática particular. La reconstrucción para el espacio de fases con la serie promediada nos muestra un espacio de fases más restringido pero más claro respecto a los valores y cómo se comporta el sistema. La reconstrucción del espacio de fases (figura 7) se lo hizo para series en intervalos de 5 años (1991-1995, 1996-2000, 2001-2005 y 2006-2010) con la intención de ver si existe o no variabilidad.

**Figura 7. Reconstrucción del espacio de fases de la serie (arriba izquierda: 1991-1995; arriba derecha: 1996-2000; abajo izquierda: 2001-2005 y abajo derecha: 2006-2010)**

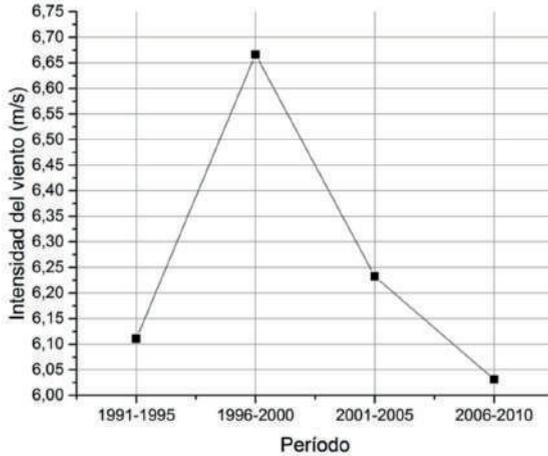


Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, mediante la búsqueda de los valores a partir de la reconstrucción del espacio de fases, se puede ver que existe una variabilidad negativa respecto a la intensidad del viento, sostenida en los últimos intervalos de años. Esto también se ha detectado en otros lugares, pero hacen falta mayores estudios

para confirmarlo. Esto puede ser muy negativo para la industria eólica y también puede significar un cambio climático más acentuado en los lugares donde disminuya la intensidad del viento.

**Figura 8. Intensidad media del viento en función de los períodos 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005 y 2006-2010 de los años calendario**



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

La escala temporal en la que se trabaja es muy importante en meteorología y en el análisis de señales en general, no solo para determinar qué tipos de fenómenos estamos analizando, sino también para interpretar los resultados. De hecho, resulta muy importante contar con una cantidad considerable de datos de varios años de mediciones para poder determinar con certeza que los resultados obtenidos no son una eventualidad del período analizado sino características climáticas de la zona en particular y para poder detectar variabilidades que poseen años de periodicidad.

La intensidad del viento posee ciclos anuales y diarios, y resulta fundamental considerar ambos para el análisis.

La dirección del viento también posee ciclos anuales y diarios (generalmente, una rotación ciclónica o anticiclónica dependiendo del hemisferio). No solo basta determinar la dirección prevalente del viento, sino también sus ciclos diarios y anuales y la distribución de intensidades por dirección.

Las herramientas de análisis de señales cuentan como parámetro transversal al tiempo. En estos casos estamos buscando frecuencias fundamentales, comparar la serie entre sí desfasada un cierto tiempo y determinar la variabilidad en el tiempo de la magnitud en torno a un punto.

## Bibliografía

- Bisgaard, Søren y Kulahci, Murat (2011). *Time Series Analysis and Forecasting by Example*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons.
- Hamilton, James (1994). *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.
- Municipalidad de Bahía Blanca (2007). PIM, Programa Integral de Monitoreo. Polo petroquímico y área portuaria del distrito de Bahía Blanca. 7ª Auditoría.
- Palese Claudia; Lassig, Jorge; Cogliati, Marisa y Bastanski, Marcelo (2000). “Wind Energy and Wind Power in North Patagonia, Argentina”. *Wind Engineering*, vol. 24, n° 5, pp. 361-377.
- Palutikof, Jean; Kelly, P. M.; Davies, Trevor y Halliday, Jim (1987). “Impacts of Spatial and Temporal Windspeed Variability on Wind Energy Output”. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, vol. 26, n° 9, pp. 1124-1133.
- Shumway, Robert y Stoffer, David (2011). *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Nueva York: Springer Texts in Statistics.

# Epílogo

*Mariano De Leo*

La vocación por la interdisciplinariedad es un rasgo distintivo de nuestra universidad y es un valor con el cual el Instituto de Ciencias está fuertemente comprometido. Las páginas que comprenden este libro son una contundente prueba de ello. Ahora bien, lo que quisiera con estas breves palabras es poner de manifiesto el enorme trabajo colectivo que una empresa como esta significa.

Ciertamente, cuando desde la Dirección nos planteamos como meta fortalecer la dimensión de investigación, surgió inmediatamente la necesidad de pensar acciones orientadas a atender a los integrantes con una experiencia inicial en los equipos, de diseñar mecanismos que visibilicen el silencioso, arduo y, por momentos, ingrato trabajo de los investigadores en formación representados típicamente por becarios o tesistas.

Sendas reuniones con estos últimos permitieron delinear el modo en que estas acciones verían la luz y pusimos en marcha las Jornadas de Investigadores en Formación en el 2015. Asimismo, en esas mismas reuniones vislumbramos que una organización autogestiva para estas jornadas favorecería tanto el logro del objetivo general, de poner en escena como protagonistas a los becarios-tesistas, como la incorporación de las jornadas como parte sustantiva de la agenda de investigación del Instituto.

Así, en ocasión de la puesta en marcha de dicho objetivo, además de reconocer que no era la primera jornada organizada por el Instituto que contaba con la participación de investigadores en formación, comunicamos con firmeza y no sin audacia que era la primera de una larga serie que nos comprometíamos a sostener. Y aquí estamos, organizando la próxima edición con un grupo de

investigadores noveles que sigue renovándose, y cerrando el documento con el material que formó parte de la edición 2016 de las jornadas. Resulta, entonces, gratificante comprobar que ambos objetivos han sido alcanzados. Más aún, tomando en cuenta que para la última edición se incluyeron dos nuevos espacios: uno destinado a la participación de doctores recientemente formados, entre los que se encontraron muchos de los organizadores de las primeras ediciones, y otro destinado a investigadores experimentados, espacio en el que nos dimos el lujo de contar con la exquisita presencia de Mario Lipstiz, galardonado con el premio Konex 2016, podemos enorgullecernos y afirmar que no solo los hemos alcanzado, sino que también nos hemos animado a ponernos metas más ambiciosas; sostener espacios de reflexión interdisciplinar de alta calidad con protagonismo de investigadores en formación es una de ellas, sin lugar a dudas.



La **Colección Humanidades** de la Universidad Nacional de General Sarmiento reúne la producción relacionada con las temáticas de historia y filosofía, enmarcadas en las líneas de investigación de la Universidad, siempre en vinculación con el desarrollo de nuestra oferta académica y con nuestro trabajo con la comunidad.

¿Es posible eliminar barreras de comunicación entre distintos campos del saber; entre ciencias sociales, humanas, naturales y exactas? ¿Se pueden establecer espacios de reflexión e intercambio sobre conceptos y lógicas de investigación que aparentan ser tan disímiles?

Las disciplinas científicas recorrieron un largo trayecto en la construcción de campos de saber y herramientas conceptuales y metodológicas propias y diferenciadas. Los grandes descubrimientos geográficos condujeron a una visión de progreso ilimitado, que extraía su impulso de la infinitud del tiempo y del espacio, pero cuya realización dependía de la capacidad de explorar el mundo. Progreso y descubrimiento se constituyeron en palabras claves que implicaron una progresiva diferenciación entre la filosofía y la ciencia.

Bajo el título *La ciencia y el tiempo* se buscó integrar diferentes áreas del saber a partir de abordar algunos ejes transversales como: el hombre y el tiempo; la naturaleza y el tiempo; tiempo, técnica y experimentación; y otros. La riqueza de las discusiones dio como resultado la presente publicación.

Colección Humanidades

Universidad Nacional  
de General Sarmiento 



Libro  
Universitario  
Argentino

