

Ciencias empíricas, ética y desarrollo sostenible Empiric sciences, ethics and sustainable development

Por: Francis Kahn
Miembro del Comité Consultivo de la Revista
Peruana de Biología. Editoralista invitado.

Institut de recherche pour le développement- IRD (UMR DIA-PC).
BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France.

Email Francis Kahn: francis.kahn@mpl.ird.fr

Introducción

En la presente exposición cuestiono, como investigador, sobre la pertinencia de la investigación en ciencias empíricas enmarcándola en el paradigma ético del desarrollo sostenible. No se trata de desvincular la ciencia de éste paradigma ético, sino de determinar mejor en qué puede estribar su aporte. Al leer la Carta del Medio Ambiente que se promulgó en Francia el 2005, se ha reforzado en mí el sentimiento de que la investigación, entendida como proceso de validación del conocimiento, permanece al margen del desarrollo sostenible. En su artículo 9, el único que considera el ámbito científico, la carta dispone llanamente: «la investigación y la innovación deben aportar su concurso para la preservación y la valoración del medio ambiente». Por otro lado, he tenido el mismo sentimiento al leer la obra *Éthique et développement durable (Ética y desarrollo sostenible)* que acaban de publicar Yvan Droz y Jean-Claude Lavigne (2006).

Las relaciones entre la investigación científica, la innovación tecnológica y el desarrollo son a menudo confusas. A continuación, revisaré lo que se suele entender por «ciencia» e «investigación científica» y la relación que existe entre el proceso científico y el conocimiento. Más que como fuente de conocimiento, la investigación científica se presenta como un proceso de validación del conocimiento, proceso que en realidad lleva a los investigadores a delimitar su ignorancia, lo cual debería incitarles a ser humildes y prudentes al relacionarse con la ciudadanía y con los medios de comunicación. Examinaremos luego el peritaje científico, útil para definir los intervalos de confianza a la hora de tomar decisiones, pero que puede volverse contraproducente en un debate ético. Se echará mano del ejemplo de la biodiversidad para plantear varias dificultades.

En la última parte, consideraré el proceso de elección de las prioridades de investigación mediante un cuestionamiento ético que tiene en cuenta el desarrollo sostenible. Será también la ocasión de recordar que la investigación científica se empeña asimismo en resolver nuestros enigmas esenciales, ella ésta dedica a buscar la verdad, al igual que el arte o la espiritualidad. La ciencia nos ofrece un espacio de libertad, del que la humanidad no puede prescindir. Esta constatación nos conducirá a plantear entonces la pregunta de qué investigación científica es para los países pobres, los países del Sur.

Investigación científica, innovación tecnológica y desarrollo: confusión y ambigüedad

Es frecuente leer este tipo de anuncio: «se ha demostrado científicamente que tal crema es saludable para la piel», o que «aquel alimento aporta muchos elementos vitales para mantenerse en forma... para adelgazar... para el cabello... o incluso

para el aspecto del pelo de su perro», y podríamos mencionar muchos más. Los hay para todos los gustos, con tal de que se presente «la prueba» científica. Se califica a la policía de científica, porque recurre a técnicas de laboratorio para determinar ciertos parámetros físicos, químicos, biológicos y genéticos. O incluso no es difícil escuchar frases como «a continuación vendrán las noticias científicas: el turismo espacial se desarrolla» (esto lo he oído hace poco en las noticias). Por consiguiente, existe una tendencia fuerte a asociar la ciencia con la tecnología y su utilización.

¿El desarrollo depende de la ciencia?

El desarrollo (el cual se concibe —o debería concebirse— en nuestras sociedades, sería como el «vivir mejor», acepción justa del progreso) se materializa en los países en vías de desarrollo mediante la realización de infraestructuras ideadas en función de las condiciones del entorno, vencer los obstáculos geográficos y mejorar las condiciones humanas. Se necesitan efectivamente buenas carreteras y puentes resistentes para sacar las cosechas de los campos y venderlas a bajo costo. Se necesitan agua limpia, condiciones sanitarias respetables, dispensarios para los cuidados médicos rutinarios, medicinas a precios bajos, viviendas adaptadas al clima, escuelas para educar. Estos puntos son algunos de los más esenciales y que permiten salvar el umbral del desarrollo. En estos países, también el desarrollo traerá consigo la reducción de las desigualdades de cualquier tipo y que oponen a las clases sociales, y, en el nivel mundial, una repartición más equitativa de la riqueza entre el Norte y el Sur. Las soluciones a estas demandas de desarrollo no serán el fruto de las investigaciones científicas o, dicho de otro modo, el conocimiento no desempeñará en este proceso un papel inmediatamente perceptible.

Por otra parte, cabe constatar que el descubrimiento científico no se planifica. Por lo tanto, ¿cómo se podría valorar *a priori* su impacto en términos de desarrollo? Los resultados de la investigación científica son aleatorios. La mayoría de los «grandes descubrimientos», aquéllos que tuvieron un impacto muy significativo para las sociedades en términos de desarrollo, como la penicilina o la radioactividad, derivaron de observaciones casuales, imprevisibles, hallazgos realizados de forma accidental. No son los investigadores quienes han transformado esos «grandes descubrimientos» en adquisiciones concretas para el bien de la humanidad. Fue menester el desarrollo de cadenas tecnológicas, que poco tienen que ver con la refutación teórica, el proceso inductivo e hipotético-deductivo que tanto estimulaban las neuronas de los investigadores inicialmente implicados en el descubrimiento.

Ciencia e innovación tecnológica

En la historia de la humanidad y de sus sociedades, las innovaciones tecnológicas tuvieron una importancia considerable. La invención del estribo desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la feudalidad; la invención del cañón y del mosquete, en su declive, sin que se echara mano de la ciencia.

Alexandre Koyré (1973), gran historiador del proceso científico, nos lo recuerda: «Por muy sorprendente que nos parezca, se pueden

edificar templos y palacios, e incluso catedrales, cavar canales y construir puentes, desarrollar la metalurgia y la cerámica sin tener el saber científico – o no poseyendo sino los rudimentos».

Desde su aparición sobre la faz de la tierra, el hombre progresó en el terreno tecnológico más que en cualquier otro. Sus motivaciones, por el contrario, poco han cambiado: el progreso sirve también para saciar una sed de poder y de dominación que se expresa en términos económicos o bélicos, con consecuencias que pueden resultar positivas más allá del drama. Pensemos en el progreso de la anatomía y de la cirugía que mucho debe a los campos de batalla; pensemos en las aplicaciones civiles de la ingeniosidad tecnológica de nuestros armamentos modernos.

La relación que existe entre investigación e innovación tecnológica no es evidente, como nos lo recuerda el filósofo de las ciencias, Georges Canguilhem (1965): «*Ciencia y técnica han de considerarse como dos tipos de actividad que no se acoplan uno con otro, sino que sacan recíprocamente, uno de otro, ora soluciones, ora problemas. Es la racionalización de las técnicas la que hace olvidar el origen irracional de las máquinas y me parece que en este ámbito, como en cualquier otro, es preciso saber dejar un espacio a lo irracional, aunque e incluso cuando se quiera defender el racionalismo*».

La contribución de la investigación científica a la innovación tecnológica se limita sobre todo a producir necesidades y herramientas paradigmáticas, herramientas cuyo invento o desarrollo se relaciona con el proceso teórico. El perfeccionamiento del microscopio acató las exigencias del observador. Se necesitan ahora nuevos programas informáticos para procesar estadísticamente las secuenciaciones genéticas. Los investigadores impulsan la innovación tecnológica a la par que se convierten en grandes consumidores de nuevas tecnologías.

Se suelen entender los términos «ciencia e investigación científica» como un conjunto de procesos intelectuales y técnicos que manejan saberes y destrezas. El término «investigación científica» se convierte, entre los políticos y los medios de comunicación, y más allá, entre la gente del común, en una palabra estereotipada, una especie de comodín que viene a añadir incertidumbre a un porvenir ya de por sí inseguro. Hace poco un político francés afirmó que la «investigación» era una de sus prioridades de acción. ¿De qué hablaba exactamente? Algunos lo entenderán sin duda como un rayo de esperanza, aquella fe en el genio humano que llegará a salvarnos de la desgracia anunciada. Otros interpretarán más bien la innovación tecnológica como una fuente de ganancias, un motor del desarrollo de las empresas, creador de empleos.

Seamos claros: no abogo en contra de la innovación tecnológica. Tan sólo quiero subrayar que la amalgama, demasiado simplista, entre investigación científica y avances tecnológicos contribuye más a seguir causando confusión en las mentes que a hacer explícito lo que está verdaderamente en juego en nuestra búsqueda de conocimiento. ¿No es revelador, a propósito de eso, que el artículo 9 de la Carta del Medio Ambiente haga un llamamiento a la investigación y a la innovación, sin precisar «investigación científica e innovación tecnológica»? El concepto de innovación, en el lenguaje económico actual, el de los empresarios, cubre la toma de riesgo. Se desarrollan productos innovadores para conquistar nuevos mercados.

La trilogía investigación-innovación-empleo es repetida al unísono por los políticos de derecha como de izquierda. El sentido de las palabras se ha desvirtuado y se han acoplado unas con otras en aras de un golpe publicitario que pretende llenar de esperanza

una sociedad atormentada por el desempleo. Ni siquiera se trata ya de contorsiones mediante las cuales, por oportunismo, se pretende justificar los gastos de la investigación por sus repercusiones en términos de empleo. La esperanza se alimenta de esta confusión ideológica que impera en el gran concierto de la mundialización y tiene su base en la fe ciega en un modelo económico dominado por el productivismo y que ha superado al hombre y ha alterado su entendimiento.

El proceso científico y el conocimiento

A menudo los responsables de institutos de investigación plantean la investigación científica como una fuente de conocimientos. Pero, ¿es la producción de conocimientos lo que caracteriza el proceso científico? En todo caso, esto no se suele discutir.

La investigación científica aporta nuevos conocimientos. En el caso de las ciencias empíricas, estos conocimientos dependen la mayoría de las veces de la observación. No obstante, no basta observar. El progreso del saber es fundamentalmente el resultado de la transformación de un saber anterior. La tradición, en el sentido lato (la enseñanza, las lecturas, los intercambios, la cultura), desempeña un papel determinante. El conocimiento científico puede asimismo provenir del saber popular, recuperado y procesado por los investigadores.

En última instancia, así como lo subraya Karl Popper (1988), poco importan las fuentes del conocimiento en las ciencias empíricas; son los hechos mismos los que se examinan. Es el aserto provisional que sacamos el que será objeto de refutación o de corroboración. He aquí la especificidad científica. Más que producir conocimientos, el proceso científico pretende validarlos.

Thomas Kuhn (1983) describe adecuadamente la estructura de las revoluciones científicas. La etapa de surgimiento del paradigma da nacimiento a las teorías dominantes que van desarrollándose durante una fase, llamada «ciencia normal», en la que se lleva a cabo la confirmación de la teoría y se moviliza el conjunto de la comunidad científica del campo considerado. Esta etapa tiene por efecto impedir el nacimiento de nuevos paradigmas que sólo surgirán a raíz de la degeneración de la antigua teoría, teoría que será mermada por el auge de nuevas evidencias que la echarán abajo, entonces una nueva teoría le sucederá.

«*Cualquier solución a un problema plantea nuevos problemas que exigen a su vez soluciones*» nos enseña Karl Popper (1988), que concluye en el carácter limitado del saber e ilimitado de la ignorancia: «*Cuanto más aprendemos sobre el mundo, y cuanto más se enriquece el saber, tanto más el conocimiento de lo que no sabemos, el conocimiento de nuestra ignorancia toma forma y gana en especificidad como en precisión*».

Comprobar lo anterior nos induce a actuar con humildad. Los investigadores tienen el deber de recordar a la sociedad que ésta no puede, ni debe reconocerle a la ciencia virtudes de las que no está dotada. Reconocer esto último es fundamental para no desvirtuar el debate ético en aras de una autoridad científica y para relativizar los efectos inmediatos, demasiado a menudo engañosos. Creo que se ha de precisar la naturaleza de las diversas actividades, a menudo complementarias, a veces contradictorias, que se suelen asociar confusamente con el concepto de «ciencia». Con toda razón, los grupos de consumidores protestan contra la utilización de sellos engañosos. El sello de calidad «científico» puede ser uno de aquellos que parasitan los *ethos* (del griego comportamiento, costumbre) de nuestras democracias.

El peritaje científico en el debate ético

El peritaje científico, entendido en el sentido estricto, consiste en realizar un estado de la cuestión sobre los conocimientos actuales acerca de un tema dado. Trata por consiguiente una categoría limitada de elementos. Para ser objetivo —y es lo que se le exige explícitamente al adjuntarle el adjetivo científico— debe ceñirse imperativamente a esta categoría limitada de elementos. Es una cuestión de deontología. La pericia implica prudencia, al plantear claramente lo que se sabe y lo que no se sabe. Aunque útil para definir los márgenes de confianza a la hora de tomar decisiones, puede volverse contraproducente en un debate ético.

«*La verdad es objetiva y no plausible*», nos enseña Adorno (1978). La objetividad del discurso se perderá con la extrapolación de las conclusiones, momento en el que entramos en el ámbito de la incertidumbre. El enunciado obtenido por extrapolación no puede ser refutado, ni corroborado; es inasequible al proceso científico. El peligro está precisamente en la recuperación y en la creación de escenarios improbables, en el impacto mediático de éstos, garantizados por el sacrosanto sello de «científico». Se puede entonces concebir que la aplicación de un principio de precaución pueda conducir a situaciones aberrantes.

Quisiera citar ahora a Karl Popper (1973, prólogo a la edición inglesa de 1959): «*Me intereso en la ciencia y en la filosofía tan sólo porque quiero aprender algo acerca del enigma que constituye el conocimiento que tiene el hombre de este mundo. Y creo que sólo una renovación del interés por estos enigmas puede salvar la ciencia y la filosofía de la especialización estricta y de la fe oscurantista en las destrezas particulares del experto, en sus conocimientos y en su autoridad personal.*»

El investigador no es sino un experto sometido a la duda por sus propias interrogantes; se desenvuelve en la incertidumbre de sus conjeturas. Se puede decir que el arsenal del investigador se opone diametralmente al del experto, por lo menos a cuanto la sociedad espera de un experto. Con todo, el investigador es sin duda alguna el más indicado para informar y hacer un llamamiento a la prudencia. No es ésta sino una de las numerosas contradicciones del género humano: al fin y al cabo, el que ha de establecer límites es aquél mismo que se interroga acerca de la fragilidad de estos límites y que entrevé el peligro de establecerlos.

El ejemplo de la biodiversidad

Sobre el significado del dato científico del número de especies — La ciencia pretende acceder al conocimiento exhaustivo de todas las formas vivas. Es apasionante elaborar el inventario y tratar de entender el significado de tal diversidad biológica y acercarse del mismo modo al mayor enigma: la posición del hombre en el universo de los seres vivos. A ello se añade la esperanza de que esas formas todavía desconocidas contengan algunas sustancias que sanen de dolencias incurables.

Se suele leer que hay un número X de especies conocidas y un número mucho mayor de especies que quedan por descubrir (sobre todo bacterias, insectos, pero no solamente estas). Se puede por tanto pensar que la destrucción de los ecosistemas reducirá el número de especies conocidas —y desconocidas—, escenario verosímil cuya dimensión dramática es muy real. La biodiversidad expresada en número de especies permanece siendo, sin embargo, un dato esotérico, impalpable. Soy botánico-taxónomo, especialista de palmeras. ¿Qué representaciones tienen de las palmeras el campesino de Níger, en África, el agricultor aguaruna de la Amazonía peruana, el agente administrativo ciudadano de las

megalópolis modernas? Para los primeros, son plantas útiles en la vida corriente, para éste último son símbolos de evasión. Los seres humanos no perciben del mismo modo la biodiversidad, y esto depende de su ubicación en el planeta. Numerosos estudios muestran que la biodiversidad provoca el interés de una sociedad de tipo tradicional sólo si es útil para el hombre. Éste nombrará con precisión las especies y variedades que le interesan y reagrupará las demás dentro de categorías más amplias.

¿Cómo perciben esos ciudadanos y campesinos el que, en ese ecosistema amazónico, se cuenten más de 30 especies de palmeras por hectárea (Kahn y Granville, 1992), y que, por lo tanto, se deba preservar esta biodiversidad excepcional? Dependiendo de los *ethos* de su comunidad, aprobarán o desaprobarán la indignación de un investigador frente a la destrucción desenfrenada de extensos espacios selváticos.

Nadie explica a esos ciudadanos que la noción misma de especie es de las más difíciles de manejar y varía mucho de una disciplina biológica a otra, e incluso de un investigador a otro. Nadie especifica que estamos en la frontera del proceso científico, entre la refutación o la corroboración de las conjeturas. Numerosas especies (sobre todo en el reino de las plantas y en el mundo de los insectos) son en realidad hipótesis sobre las asociaciones de los caracteres que define un taxón. El número de especies puede duplicarse en función de la interpretación del concepto que dan los especialistas. Al producir cifras globales, se manejan datos que no se pueden comparar entre sí y se infieren escenarios cuya dimensión dramática no se puede realmente apreciar.

Hay otros deslices que influyen en las opiniones. Nadie explica a los ciudadanos que los mismos investigadores favorecen los efectos mediáticos para llamar la atención de los proveedores de fondos, y que la dramatización de los resultados corre a la par con los efectos de moda que influyen poderosamente en la definición de las prioridades y en el reparto de los presupuestos de investigación; que el dinero en el mundo de la investigación, se ha convertido en el nervio de la guerra y que a los investigadores también se les evalúa en relación con los fondos que manejan.

Sobre la significación de la biodiversidad en un contexto de desarrollo sostenible, en la relación durabilidad/vulnerabilidad/solidaridad — ¿Qué significado puede tener el transmitir a las generaciones futuras el estado actual de la biodiversidad? ¿Hemos de pensar a muy largo plazo? Las especies no son eternas, como tampoco lo es el hombre, y muchísimas especies ya se han extinguido a lo largo de la historia de la vida, mucho antes de la llegada del hombre. Con el cambio climático que se va anunciando, las especies podrán desaparecer, variedades nuevas podrán surgir y adaptarse a las nuevas condiciones. Y si nuestra supervivencia depende de la antropización completa de los ecosistemas del planeta, está claro que el respeto de la diversidad biológica tomará nuevas orientaciones.

La ambigüedad del problema está en que no sólo se trata de transmitir a las generaciones futuras lo que tenemos, sino además lo que necesitarán para su bienestar, lo cual sigue siendo difícilmente definible, y quizás se refiera a algo que ya no tenemos.

El cuestionamiento ético en la determinación de las prioridades de investigación

¿Existe una ética propia de la investigación para el desarrollo? — Fue éste el título de un seminario que organizó en el

2005 el comité de deontología y de ética del *Instituto de Investigación para el Desarrollo* (IRD). Al moderar una mesa redonda sobre «El medio ambiente: el hombre en su entorno», hice las preguntas siguientes: ¿Se puede considerar adecuada y aceptar la aserción de que cualquier investigación contribuye al desarrollo en cuanto enriquece el conocimiento? ¿Existen formas de investigación y problemáticas más eficientes en términos de desarrollo? Más que la índole de las investigaciones, ¿no es la implicación de los investigadores lo que prevalece?

Tomemos el caso de Níger, país pobre entre los más pobres, en el que la comunidad nacional de investigadores es muy reducida, aquí se defendió hace poco una tesis doctoral en el tema del álgebra genética, una investigación de carácter fundamental. Por otro lado, se formó un equipo universitario nigerio en geología para trabajar sobre teorías de la formación de la corteza terrestre. Las investigaciones llevadas por el IRD en Níger, a instancias de las contrapartes nigerias, estudian la diversidad genética del mijo (*Pennisetum glaucum*). De este modo, se sitúan en el origen de cualquier aplicación concreta. O analizan el fenómeno del monzón africano para entender mejor el funcionamiento global del clima.

Sin embargo, ¿cuándo el pequeño cultivador se beneficiará de las repercusiones de estas investigaciones, suponiendo que las haya? mientras tanto ¿Podemos olvidar que ese pequeño cultivador apenas puede dar de comer a su familia y que sus hijos se hallan en un estado de malnutrición crónica?

¿No son propensos los investigadores a pescar en río revuelto? Los agricultores de los tiempos pasados no esperaron la formulación de las leyes de Mendel y el desarrollo de las plataformas biotecnológicas para domesticar plantas y animales. El estudio de la diversidad del mijo estriba de hecho en el análisis de los resultados de las prácticas campesinas y otros factores que han conducido a la situación actual. Se apuesta implícitamente por la hipótesis de que el análisis del pasado permitirá controlar mejor el porvenir. Este análisis del pasado no nos permite sino comprender mejor el estado presente. Y si el estudio del clima debe contribuir a perfeccionar las previsiones, para que nos preparemos mejor a las consecuencias del cambio, el control de los mecanismos climáticos, incluso mejor entendidos, permanecerá fuera de nuestro alcance. Sólo podemos constatar los efectos de un recalentamiento y procurar no agravarlos. Pero ya sabemos cómo reducir los efectos nocivos de nuestras actividades. Ya tenemos soluciones que nos cuesta aplicar.

¿Qué tipo de investigación para el Sur? — El ejemplo de Níger muestra sin embargo que no se pueden eludir varias preguntas. ¿Debe seguir siendo la aprehensión teórica de los mecanismos generales el privilegio exclusivo de una élite de países ricos? ¿Debemos llegar a una distribución esquemática en la que la investigación cognitiva conservaría su espacio lúdico en el Norte y la otra investigación haría alarde de su utilidad inmediata en el Sur para luchar contra la miseria? Los bolsones de miseria también existen en los países del Norte. ¿Porqué exigir que la investigación haga en el Sur lo que no sabe hacer en el Norte?

Hay que tener presente que el proceso científico, impregnado de racionalismo crítico, es plenamente compatible con un entendimiento distinto del mundo, en el que el conocimiento se fundamenta sin duda más en procesos inductivos profundamente arraigados en la tradición. Por lo demás, esto es verdad en el Norte como en el Sur. El proceso científico no podría por lo tanto oponer el Sur al Norte.

Sin duda alguna, el Sur irrumpió ya en el mundo de las teorías. Esta apropiación por el Sur de la investigación fundamental es una gran fuente de esperanza. El Sur ha de apostar por el potencial de su juventud para devolver a la investigación científica su vocación inicial, la de explorar y descifrar los enigmas que nos interrogan.

Conclusión

La ciencia es ante todo una aventura, una de las mayores epopeyas humanas. El proceso científico impone la duda, la humildad, el respeto al otro. El conocimiento conjetural quizás no pueda permitir alcanzar la verdad objetiva. Permite buscarla objetivamente. Si el hombre está condenado a la ignorancia, sin embargo es libre de resistirle. Le queda la libertad de sus utopías; libertad que no podría otorgarle una verdad de carácter manifiesto, acuñada por una autoridad cualquiera. En este sentido, el proceso científico enriquece desde luego el cuestionamiento ético.

Diría que es preciso que la investigación sea planteada como el derecho inalienable de cualquier ser humano —sea éste del Sur o del Norte, rico o pobre— a investigar, mediante la puesta a prueba de las conjeturas, sobre su origen, sobre el lugar que ocupa en el universo, sobre la naturaleza de este universo y, más allá, sobre el derecho a contemplar su devenir. Estos valores éticos del saber ponen de realce la libertad: libertad de buscar a conocernos a nosotros mismo en nuestro cosmos; y sobre todo, libertad de rechazar a cualquier autoridad impuesta en materia de verdad. Estos valores se inspiran asimismo de la belleza de nuestros interrogantes esenciales. Esta ética del saber no excluye aquellos valores que enriquecen el desarrollo sostenible, los cuales constituyen un saber vivir para vivir mejor juntos y suponen el compartir los bienes comunes, la justicia distributiva y conmutativa y la solidaridad proyectada en el porvenir.

Ante todo es menester velar por que las generaciones futuras conserven el privilegio de ser libres en esta búsqueda de verdad, de esperanzas y sueños que nos brinda la investigación científica.

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Abad Flores Paucarimo, Director CEUPS y a la Mag. Betty Gaby Millán Salazar, Coordinadora, por haberme invitado a presentar esta conferencia en el Museo de Historia Natural de la UNMSM, el 15 de diciembre 2006, y a César Arana por su propuesta de publicarla en la Revista Peruana de Biología. Agradezco también a David Kahn, Université Paul Valéry - Montpellier III, por la traducción del texto al español.

Literatura citada

- Adorno T.W. 1978. *Dialectique négative*. Payot, París.
 Canguilhem G. 1965. *La connaissance de la vie*. Vrin, París, 2^{ed.} 2006.
 Droz Y. & Lavigne J.C. 2006. *Éthique et développement durable*. Karthala et IUED. París, Ginebra
 Kahn F. & Granville J.J. de 1992. *Palms in Forest Ecosystems of Amazonia*. Springer verlag, Berlín.
 Koyré A. 1973. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Gallimard, París.
 Kuhn T. 1983. *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion. París.
 Popper K. 1973. *La logique de la découverte scientifique*. Payot, París.
 Popper K. 1988. *Des sources de la connaissance et de l'ignorance*. Éditions Payot & Rivages, París.