

LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS COMO VECTORES DE INNOVACIÓN: CONSIDERACIONES HISTÓRICAS Y FILOSÓFICAS

Leandro Drivet, Universidad Nacional de Entre Ríos, leandro.drivet@conicet.gov.ar

Mariana B. López, CIPME – CONICET, mb.lopez@conicet.gov.ar

Gerardo Daniel López, UTN, Facultad Regional Santa Fe, gerardo.lopez@nanotek.ws

Resumen— La Encuesta Nacional sobre Innovación y Conducta Tecnológica evidencia el rol de los graduados universitarios como vectores de innovación en Argentina. En un trabajo anterior habíamos mostrado los contrastes entre la noción académica acerca de los criterios relativos a la formación de los graduados y los requerimientos de la demanda laboral. Ahora, profundizamos el análisis filosófico para analizar críticamente la formación académica en el contexto de las responsabilidades de los ingenieros para asumir un rol social que excede la mera cuestión tecnológica o la preceptiva de los códigos de ética profesional. Para sustentar algunas reflexiones al respecto, tomamos como caso la más reciente Revolución Industrial, verbigracia la nanotecnología. En este trabajo, utilizando la metodología de la hermenéutica crítica, procuramos situar históricamente esta novedad científico-técnica, reflexionar sobre las transformaciones políticas, sociales y culturales involucradas, visibilizar algunos problemas sociales que históricamente emergieron del divorcio histórico entre humanidades y ciencias productivas y justificar la propuesta de mejorar la integración entre la perspectiva humanística y la formación técnica. Si bien en las Facultades de Ciencias e Ingeniería existen asignaturas curriculares como “Ingeniería y sociedad” y “Ética profesional”, se propone enriquecer la dimensión de las humanidades de las carreras de ingeniería como una perspectiva y un sistema de valores que atraviesan toda la formación, y con un mayor énfasis en Filosofía de la Ciencia.

Palabras clave— *nanociencia, ética, formación de ingenieros.*

1. Introducción

La Encuesta Nacional sobre Innovación y Conducta Tecnológica [1] evidencia el rol de los graduados universitarios como vectores de innovación en Argentina. En un trabajo previo [2], habíamos señalado las contradicciones que se observaban entre la demanda de ingenieros del mercado laboral y las competencias que se exigen y se suponen relevantes en la formación de los ingenieros. En ese texto, se tomaba especialmente en cuenta la demanda laboral efectiva como guía para proponer modificaciones de la formación de los futuros ingenieros, y se advertía la necesidad de reforzar las aptitudes

comunicacionales, idiomáticas, y culturales de los próximos egresados, y de reforzar y ampliar competencias específicas. También se apuntaba a formar ingenieros emprendedores, capaces de gestar y concretar proyectos propios, y no sólo de responder a la demanda laboral. El texto mencionado describía un cambio de paradigma en la formación de ingenieros: si en el pasado éstos se limitaban a resolver los problemas que la sociedad les planteaba, comenzado el nuevo milenio los ingenieros se comprenden mejor como vectores del cambio tecnológico de la sociedad, e incluso como agentes de transformación de la sociedad. Son ellos quienes a partir del análisis de algún aspecto de la realidad formulan una problematización del mismo en términos técnicos para finalmente buscar la mejor solución que debería incluir, en un equilibrio razonable, los aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y éticos.

No obstante el señalamiento de todos los aspectos antedichos, el trabajo previo que hemos referido estaba fundamentalmente orientado por una preocupación de *adecuación* entre el perfil del egresado y las demandas del mercado, para lo cual se priorizaba un “ajuste del perfil a la demanda”[2]. De hecho, para proponer reconfiguraciones al perfil de los futuros graduados se analizaba una recopilación de ofertas de trabajo para ingenieros publicadas en el medio de prensa de mayor difusión a nivel nacional, el diario *Clarín*. La recomendación de promover el estudio de una segunda lengua (en particular, inglés) se hacía fundada en la relevancia que esa aptitud tenía en la mitad de las ofertas de empleo analizadas. La demanda de ingenieros en puestos gerenciales volvía deseables aptitudes vinculadas a la comunicación y competencias en el área de gestión. El trabajo señalaba también la importancia de la formación integral que incluyera aspectos éticos, muy valorados por los docentes encuestados oportunamente, aunque de escaso valor en el mercado laboral. Pero la ingeniería se definía, en términos generales, como

“la planificación, organización, análisis, medición y control de los hechos de cualquier naturaleza *que ocurren en una empresa, buscando optimizar la producción minimizando los costos*, haciendo uso de las herramientas de búsqueda de información sin estar limitados a priori por el idioma” ([2] p. 13, cursivas nuestras).

Ahora, desde el enfoque interdisciplinario que el PID “PUENTES: Perspectiva Universitaria del enlace nano tecnología - ética – sociedad” (2016-2018- Código UTI4014TC, UTN, Santa Fe) que estamos llevando a cabo ha posibilitado y promovido, queremos enfatizar la relevancia y el *valor* de *cierta inadecuación* de un universitario con su época y con las exigencias o imperativos que le explicitan la sociedad y/o las empresas que le ofrecen empleo. Consideraciones de orden pragmático explican que el perfil del graduado propuesto deba responder en parte a la demanda del medio, pero no necesariamente obligan a que esa respuesta sea en términos de una subordinación absoluta de la ciencia y la técnica a los requerimientos del sistema productivo vigente. También la inadecuación relativa tiene motivaciones de orden pragmático, y no sólo de principios. Remar en contra de la corriente puede ser necesario y urgente si nos aproximamos arrastrados por la corriente al abismo de una catarata.

El cambio de paradigma que incluye dentro de las potencialidades del futuro ingeniero la capacidad de ser un emprendedor (cosa que se proponía en el artículo anterior) abre esta posibilidad: por un lado, puede significar la adecuación de los profesionales a la ideología dominante del capitalismo actual, ideología que, como indica Byung Chul-Han [3], promueve que cada persona se convierta en un emprendedor, un empresario de sí mismo capaz de auto-explotarse. Por otro lado y contrariamente, puede significar la

posibilidad de formar sujetos que podrán (y quizá deberán) ser capaces de cuestionar y modificar el sistema de demandas en el que la formación consolidada (no sólo en las carreras de ingenierías) pretende inscribirlo para garantizar su empleabilidad y su éxito económico-productivo.

En este trabajo, proponemos una concepción de la ingeniería y de los ingenieros no limitada a forjar a estos últimos solo como vectores de innovación tecnológica, sino también como vectores de una innovación que sea, al mismo tiempo que productiva, civil y política. No porque la enseñanza de la ingeniería deba desnaturalizarse en adoctrinamiento, ni porque los ingenieros deban convertirse en una suerte de punteros políticos de alguna ideología partidaria específica, sino porque su formación como *universitarios* (es decir, como ciudadanos del mundo) no puede desvincularse de las responsabilidades que desde el ejercicio de su profesión tendrán como cosmopolitas. La toma de distancia crítica respecto de los imperativos de la economía política, que de otro modo se obedecen de modo explícito o tácito (en la *formación* y en el *trabajo* de los ingenieros), permitirá una ganancia de autonomía, es decir, la consolidación de un verdadero perfil de liderazgo, y no de su mera proclamación en un mundo en el que tantas veces los graduados terminan haciendo las veces de meros portavoces de las demandas del sistema productivo.

2. Materiales y Métodos

Para llevar a cabo este trabajo se realiza un recorrido bibliográfico histórico y filosófico sobre: a) la desconexión entre la ciencia y la ética (en particular en la ingeniería), y acerca del sepultamiento de la idea de universidad como centro de crítica humana; b) la historia y la filosofía de la técnica (y en particular de la nanotecnología) es decir, sobre la emergencia y consolidación de un ideal de conocimiento vinculado a las ciencias productivas y en particular a la ingeniería, que pese a sus distancias con las explicaciones religiosas de la naturaleza, realizan técnicamente el ideal teológico de soberanía del hombre y la pretensión de sojuzgamiento de éste sobre el resto de la “creación”. El método utilizado para interpretar la bibliografía seleccionada es la *hermenéutica crítica*: método que se halla resumido en la obra de Von Wright [4], que hunde sus raíces tanto en la hermenéutica filosófica [5] como en la teoría crítica [6, 7], y que tiene en su núcleo a la autocrítica y al trabajo interdisciplinario, lógica que el PID que integramos promueve y garantiza.

3. Resultados y Discusión

3.1. Nano tecnología: más allá de la historia del desarrollo técnico

Para pensar y no sólo para conocer los desarrollos de la nanotecnología y sus conexiones con la vida humana, es necesario inscribir la historia de los desarrollos científicos y técnicos en una matriz conceptual más amplia, que impida que permanezcamos cautivos en la ideología que de cada novedad productiva deduce automática y erróneamente un progreso de la humanidad. Para ello, la ciencia debe dialogar con la historia y la filosofía de la ciencia.

Desde un punto de vista científico, es posible afirmar que un nanómetro (nm) es una milésima de micrón, es decir la longitud de alrededor de 10 átomos de hidrógeno o seis átomos de carbono alineados. Luego, un nanomaterial de ingeniería será aquel cuyo proceso de diseño y producción procure específicamente fabricarlo en nanoescala (1 a 100 nm en al menos una de sus dimensiones) con el propósito de dotarlo de propiedades

particulares derivadas del tamaño. La nanotecnología ha mostrado que los materiales más simples y usuales, los metales por ejemplo, adquieren propiedades peculiares y usos específicos derivados no ya de su tradicional ubicación en la tabla periódica, sino de su *tamaño minúsculo*.

La historia de la disciplina tiene apenas poco más de medio siglo. En 1959, R. Feynman sugirió la posibilidad de construir dispositivos tan precisos como para encarar la manufactura de objetos con precisión atómica. Su conferencia "*There's Plenty of Room at the Bottom*" es considerada como la fundación conceptual de la nanociencia. En Estados Unidos la financiación estatal para la nanotecnología se inició bajo la presidencia de Bill Clinton con la *National Nanotechnology Initiative* (NNI). Pero desde 1988 se habían incorporado nociones de nanociencia a un curso universitario, y hacia 1990 comenzó a editarse la primera revista científica dedicada específicamente a la nanotecnología. En la Argentina, y en particular en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de Santa Fe, hay desde 2008 intenciones fundamentadas para incluir un nuevo tema en los programas de estudio de la ingeniería, cosa que en cierta medida se ha hecho. Menos de 50 años después de aquel desafío conceptual de Feynman respecto de la escala de manipulación de la materia, actualmente hay disponibilidad en el mercado de centenares de productos que incluyen nanomateriales como ingrediente básico para su funcionalidad. En este breve lapso, no solo se ha otorgado más de un premio Nobel en el área, sino que además el enfoque transdisciplinario se ha constituido en el paradigma por excelencia para desarrollar la nanotecnología combinando los criterios y enfoques de investigadores, ingenieros, médicos ambientalistas, sociólogos y filósofos, por lo cual muchos se refieren a la nanotecnología, transversal a todas las disciplinas tradicionales y a todos los sectores productivos, como "la nueva Revolución Industrial". La mayor parte de las aplicaciones comerciales de esta nueva tecnología se encuentran en la ingeniería de materiales, la informática, la medicina y *la defensa*, aunque también las aplicaciones en agricultura y alimentación crecen aceleradamente.

Y bien, a los fines de que no se trate sólo de maximizar los resultados académicos, subordinados en términos generales a los imperativos del mercado, las Universidades, que no deberían ser meras escuelas "técnicas", tienen el desafío de *pensar* –y promover el pensamiento sobre– los procesos de esta revolución en sus diferentes dimensiones, en lugar de limitarse a ponerla en *funcionamiento* de un modo escindido de la totalidad social en la que aquella se produce. Contribuir a pensar estas cuestiones es lo que nos proponemos, desde hace poco tiempo, y al menos por el lapso que dure el Proyecto de investigación que integramos. Por ello, es necesario inscribir la novedad de esta revolución en la continuidad de la contradicción entre desarrollo técnico y progreso humano, entre las demandas del mercado y los principios éticos que deben hallarse en los fundamentos de la enseñanza de la ingeniería.

Si la inadaptación del ingeniero al mercado laboral acarrea problemas laborales delicados, la historia ha demostrado que la sociedad corre otro riesgo, y un riesgo mayor, si los investigadores se adaptan plenamente al mercado o al contexto social y renuncian a preocuparse por el significado social de su actividad, es decir, desvinculándola de los problemas políticos. Husserl [8] lo dejó claro hace casi un siglo, varios años antes de la calamidad de Auschwitz, que la ciencia europea no sólo no contribuyó a detener sino que impulsó de modo entusiasta e interesado. En otro trabajo nos hemos ocupado de destacar algunos otros momentos históricos significativos de esta escisión entre ciencia y ética [9]. Aquí recordaremos solamente que, en 1969, época de convulsiones políticas dentro y fuera de la universidad (no sólo aquí, y lo decimos hoy,

en el marco de la conmemoración del centenario de la Reforma universitaria, y a casi medio siglo del *Cordobazo*: también en Francia aun resonaban los ecos del “mayo” del 68, y en México era reciente la masacre de Tlatelolco), Oscar Varsavsky [10] observaba con preocupación que en nuestro país el espíritu empresarial contagiaba a las universidades, y que la comunidad científica se convertía en una corporación cerrada, elitista y subordinada a los intereses del capital y del Estado dependiente, dócil por el temor a perder financiamiento. La elite intelectual que se cree capaz de decidir el destino del mundo se estaba convirtiendo poco a poco, y en el mejor de los casos, en la clase de los empleados del mes.

Este es un problema que afecta hoy a las universidades del mundo entero, y también a otras instituciones de formación. Es por ende un error hacer oídos sordos a este conflicto marco si pretendemos abordar con inteligencia el problema de la enseñanza de la ingeniería y cualquier disciplina. Terry Eagleton [11], reconocido teórico de la ideología, lo ha expresado de modo lacónico recientemente: “Desde Ciudad del Cabo a Reikiavik, desde Sídney a São Paulo, un evento tan trascendental a su manera como la revolución cubana o la invasión de Iraq está en marcha: la lenta muerte de la as. Inédito.

[21] TODOROV, T. (1993) Las morales de la historia. Trad.: M. Bertran Alcázar. Ba de otros estudiosos en geografías diversas ([12], [13], [14] [15]). La reconfiguración global de la educación muestra el triunfo de la ideología del mercado: a medida que los profesores se convierten en *managers*, los estudiantes se convierten en consumidores. Se busca en el *campus universitario* una herramienta que valore al comprador o una experiencia agradable: es decir, ganar algo, aunque más no sea una promesa de ganancia. Dado que el objetivo de las instituciones de formación pasa a ser no perder la clientela ni convertirse en productores de desempleados, se tiende a ofrecer o adecuar los cursos a la demanda de los aspirantes y potenciales ingresantes, en lugar de desafiarla, educarla y presionar por transformarla con base en principios humanitarios. En lugar de orientarse a modificar el injusto sistema de necesidades vigente, el saber, convertido en mercancía, se subordina a la demanda. El ciudadano es sustituido por el emprendedor, y la cultura cívica por la mercantilización y la militarización de la sociedad civil. Lo que está muriendo en la sociedad en general, y en particular en las instituciones de investigación y formación (desde los grados iniciales hasta los estudios superiores), es el valor de cualquier disciplina y de cualquier perspectiva que no esté vinculada de modo inmediato y evidente con la maximización de las utilidades. Esto pone en crisis cualquier innovación, porque la curiosidad es la madre de cualquier novedad. Mario Bunge [16] expresó recientemente que incluso el desarrollo tecnológico termina siendo víctima de esta ceguera y este cortoplacismo que es incapaz de apostar por algo relativamente incierto. Eso relativamente incierto se llamó, históricamente, futuro.

Las universidades deben responder a las necesidades de la sociedad, pero, como afirma Eagleton [11], es una tarea que la universidad puede hacer transformando por la vía de la educación y el compromiso cívico esas mismas necesidades, y no sólo satisfaciendo acriticamente las demandas dominantes. Ejercer la libertad de conocer y la crítica para limitar las tendencias mercantiles e inhumanas que las arrastran, es también cumplir una función *propia*mente universitaria al responder a una necesidad social de igualdad y justicia, sean los egresados ingenieros, médicos, psicólogos, arquitectos o filósofos. El problema añadido es que, paralelamente a la mercantilización del saber, se produce la progresiva neutralización moral y política de la universidad y de las conciencias críticas que habitan fuera de ella. ¿Cómo hemos llegado hasta aquí, y cuáles son los rasgos principales que deben tenerse en cuenta para realizar un diagnóstico ajustado de la

realidad en la que los futuros ingenieros se insertarán? ¿En la herencia de qué historia se comprende la revolución nanotecnológica, y en qué marco conceptual se vuelve pensable más allá de sus aspectos técnicos? Creemos que la creciente conciencia ecológica y la crítica de la economía política, son dos pilares ineludibles para orientarnos hacia alguna respuesta a nuestras preguntas.

3.2. Ecología: conciencia del entorno

Desde la prehistoria, el ser humano podía representar sus dramas sobre el fondo de una naturaleza que, se pensaba, nunca reaccionaría. Heráclito había encontrado en el río la metáfora del cambio permanente. Éste parecía obedecer a un principio de renovación infinita y absoluta. La infinitud del río, su diversidad y su imponente, su ímpetu, nos resultan, a los litoraleños y los mesopotámicos (quizá también a los cordobeses) indesligables del concepto de “río”. Por sus dimensiones, los colonizadores denominaron al río de la Plata, “mar dulce”. El mar fue durante milenios la representación concreta del infinito, de lo inagotable. Esa ilusión se terminó hace tiempo: con la navegación y con la explotación de sus “recursos” a escala masiva.

La modernidad, el periodo histórico que la filosofía definió como la época de la muerte de Dios, anunciaba con él la muerte de otra infinitud más palpable. Con la conciencia de la finitud del Dios-padre se comprendía también la finitud de la Tierra-madre. Luego de anunciar la muerte de Dios, el *hombre loco* que imagina Nietzsche [17] hacia fines del siglo XIX pregunta: “¿Cómo hemos sido capaces de bebernos el mar hasta la última gota? ¿Quién nos dio la esponja para borrar el horizonte?”. La metáfora del mar para referirse a lo inabarcable, y la del artefacto-esponja que nos arrebató el futuro, era más literal de lo que el propio Nietzsche podía imaginar. Hasta entonces, el mundo era un vertedero en que los desechos se dejaban en cualquier parte sin mayores consecuencias, o sin conciencia de las consecuencias. El mar, o la naturaleza en general, era la forma más general de la alteridad, lo exterior en lo que nuestra actuación desaparecería aparentemente sin huellas.

A las puertas del siglo XX, el horizonte acuático, esa ventana al abismo de nuestras profundidades en las que se cifra el origen de la vida, se estrechó. Los milenios felices y despreocupados de la expansión humana quedaron atrás. Hoy sabemos que la renovación que la Tierra siempre albergó no es capaz de borrar la “huella ecológica” humana sino en un tiempo geológico o cosmológico, no apto para nuestro narcisismo como especie. Aún parecemos no salir del asombro. Con la crisis ecológica cada vez más difícil de disimular, advertimos que las armas de la razón (como entendimiento [*Verstand*])¹ desconectadas de la ética son exactamente *armas*, que carecen de racionalidad y que se vuelven contra nosotros. Es un dato que ningún *universitario* (es decir, quien piensa en términos universales) puede obviar: “Ahora se muestra que la naturaleza (...) hace acopio de impresiones, se acuerda de nosotros. Ahora tenemos que

¹ Nos apoyamos en la distinción filosófica entre *Verstand* y *Vernunft*, traducidas respectivamente por “Entendimiento” (que corresponde, en el pensamiento de Immanuel Kant (1724-1804), a la “facultad de las reglas”) y “Razón” (que refiere a la “facultad de los principios”). Para Kant, el Entendimiento ordena las intuiciones de la experiencia y que se encarga del *conocer*. La Razón es la facultad de lo incondicionado; es independiente de la experiencia y se encarga de las Ideas, i.e., del pensar. En el idealismo alemán (y en particular a partir de los aportes de G. W. F. Hegel), esta distinción (apropiada y profundizada) abrió el camino a tentativas de desarrollar un tipo de razón capaz de dar cuenta de lo que hasta entonces había sido considerado, o bien irracional, o bien únicamente susceptible de descripción empírica (la evolución, la individualidad, la historia, la acción comunicativa, etc.).

arreglárnosla con una naturaleza inquietante por su capacidad de memoria”, sostiene el filósofo de la técnica Peter Sloterdijk[18].

La dialéctica del desarrollo de las fuerzas productivas fuerza a considerar los así llamados irresponsablemente “efectos no deseados” del “progreso” tecno-científico. La “sociología del riesgo” [19] constató que en el balance total del sistema mundo la externalización de costos ya no funciona: no hay otro afuera que el interior de un planeta que hoy nos vemos forzados a pensar como invernadero. El mar y la tierra son enormes, pero ahora son mensurables con gran exactitud prácticamente en toda su extensión y susceptibles de ser domeñados. Posibilidad tranquilizadora, sin duda, en la medida en que el desborde de la naturaleza impiadosa puede ser encauzado y controlado, pero también angustiante, puesto que lo que se presumía inagotable se angosta hasta tornar manifiesto el límite antes invisible de la fuente de los recursos y del vertedero de nuestros desechos. Límite que, como todo límite, siempre recuerda el límite por antonomasia: nuestra muerte.

3.3. Economía: un espacio para la política

Desde el punto de vista técnico, la muerte de Dios es el correlato de la pretendida divinización del hombre. El Dios de la religión resucita como hombre-dios de la técnica poco a poco pero con toda claridad a partir del siglo XVII. Como señala Lambruschini [20] en un texto que en este apartado reseñamos, el mito de la creación del varón a imagen y semejanza de Dios para dominar y sojuzgar sobre la Tierra se hizo realidad histórica desde el siglo XVII. Los hombres primitivos habían tomado de la Naturaleza lo que pudieron, sin escapar a la persecución de la mala consciencia, que los forzaba a los rituales de gratitud y reparación hoy dejados de lado, o cumplidos como meras formalidades bajo el nombre de “responsabilidad social empresaria”.

En cambio, en el contexto del capitalismo manufacturero y del ascenso de la burguesía, la Razón, idea que había abarcado a las ciencias teóricas, a las ciencias prácticas, a las ciencias productivas, e incluso a la estética, se unilateralizó como *ingenium*: es decir que, desde entonces, *pensar significó únicamente medir y calcular matemáticamente*. De *ingenium* proviene el término “ingeniero”, que es aquel que domina un saber productivo, pero no necesariamente ético. El crecimiento de la ciencia productiva puso a la naturaleza y a la sociedad como un recurso de la disposición técnica. Así se hizo realidad la servidumbre de la Tierra que antes sólo pertenecía al Mito.

Progresivamente, el *hijo de la Tierra* se transformó a sí mismo en un *hombre fabricado por sí mismo*. Por primera vez la Naturaleza fue considerada una fuente del enriquecimiento por medio de las explotaciones técnicas del capitalismo. Ciencia y poder constituyeron una alianza de dominio prepotente sobre la naturaleza y la sociedad. La finalidad de la ciencia no tuvo ya ni un sentido ético ni contemplativo, sino el simple sentido del dominio. Como reza el apotegma desde entonces: *conocer es poder*. El modelo del saber triunfante fue el saber técnico, *la ingeniería*, que al principio se ejerció sobre la naturaleza en cuanto recurso, pero que pronto también devino ingeniería *social* sobre los seres humanos y la sociedad tratados también como cosas que pueden manipularse, administrarse y planificarse. Así pues, por primera vez en la historia, la naturaleza y los seres humanos devinieron "recursos naturales" y "recursos humanos", es decir, devinieron "capitales". El desarrollo de las fuerzas productivas se convirtió en principio sagrado, y lo sigue siendo, aún a sabiendas de que no tiene por fin la vida buena y la felicidad, la igualdad y la libertad, es decir, de que no tiene un fin ético.

El crecimiento económico y el desarrollo científico y técnico, y por ende también la educación asociada a ellos, se hallan *principalmente* motivados por los imperativos del acrecentamiento de la tasa de ganancia. En otras palabras, también la ciencia y la técnica se han vuelto mercancías. Por este camino, lejos de organizarse en lo sustancial para satisfacer necesidades y realizar deseos humanos de emancipación y bienestar, la ciencia y la técnica contribuyen a consolidar la sociedad del despilfarro y de los desperdicios, la creación de falsas necesidades y de artefactos alienantes que esclavizan a los hombres al trabajo y al consumo superfluos. Se produce para el consumo innecesario mientras se mantienen insatisfechas las necesidades básicas de la mitad del planeta. No sólo es evidente que no existen “mecanismos autorregulados” que garanticen el equilibrio social, sino que es palmario el vínculo estrecho del desarrollo científico técnico con la industria bélica y la tecnología de la guerra: ya hemos señalado que parte ingente de los desarrollos en nanotecnología se dan en el ámbito de la *defensa* (que es en rigor la industria de la guerra).

3.4. Vuelta de tuerca: Ingenieros como vectores éticos de la tecnología

Y bien, ¿los ingenieros y los futuros ingenieros tienen algo para decir al respecto? En relación con su itinerario de formación: ¿se trabajará para que tengan en cuenta estas determinaciones históricas que condicionan su labor, o acaso se los preparará para funcionar irreflexivamente como ajustadas piezas del engranaje social ya establecido? Los ingenieros y los formadores de ingenieros no deben pensarse aislados en esta tarea, o desprovistos de todo marco institucional.

Lambruschini [20] destaca que junto al progreso técnico, la modernidad generó en el mismo movimiento histórico otros dos subsistemas relativamente autónomos: la modernidad económica, i.e., el capitalismo, y la modernidad política, i.e., el iusnaturalismo, el contractualismo y el Estado de Derecho constitucional democrático. Sin duda, este trípode se halla hoy absolutamente desequilibrado en perjuicio del Estado de Derecho. Pero la especie humana no ha inventado hasta ahora ninguna otra institución social y política mejor que aquella. Con todos sus defectos e imperfecciones, ésta puede ser demandada, ser reclamada, e incluso destruida y refundada, si no cumple con su obligación de garantizar la vigencia de los derechos de sus miembros, considerados justamente como *sujetos de derechos*, i.e., de libertades.

Como se ve, la propuesta de inscribir las competencias específicas de las ingenierías en marcos conceptuales que permitan volver reflexivo el sentido social de la actividad profesional no busca subordinar la ciencia a la política: sobre ese criterio, ya conocido, hay horribles experiencias históricas, como el nazismo y el stalinismo [21]. En cambio, se trata de asumir la responsabilidad cívica y pedagógica como educadores de futuros profesionales y ciudadanos con perfil de liderazgo, para no ser cómplices del cercenamiento de la ciencia con la ética y con la cosmovisión ecológica que hoy rige a esta última.

4. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo hemos recogido y complementado los resultados que habíamos expuesto en un texto anterior, centrado en la propuesta de un perfil de ingeniero acorde a los tiempos que corren. A partir de una metodología que tiene en su núcleo a la autocrítica y al trabajo interdisciplinario que la hace posible, afirmamos aquí, balanceando el trabajo previo del que partimos, la relevancia de la *intempestividad*, es decir, de la *inadecuación* a estos tiempos regidos por la obtención de ganancias. Hemos afirmado

que para lograr plenamente el objetivo de formar ingenieros capaces de llevar a cabo proyectos *propios*, es necesario inculcar la capacidad de reflexionar sobre el sentido social del trabajo profesional, y sobre la orientación y los criterios políticos que consideran deseables para la sociedad en la que habitan y trabajan. Si no, lo que parece ser algo propio es simplemente la participación en las ganancias de un proyecto en principio y a la larga ajeno.

Conectamos esta serie de preocupaciones con un diagnóstico sobre la crisis de la enseñanza universitaria actual, asfixiada en sus líneas dominantes por los requerimientos mercantiles y subordinada a las exigencias productivas. Con base en un recorrido bibliográfico que toma en cuenta la opinión de algunos especialistas en el tema, hacemos visible que el deseo de producir sujetos con alta capacitación técnica que garantice su empleabilidad en las actuales condiciones del sistema productivo implica la subordinación de la universidad a parámetros que le son impuestos desde afuera, y que poco tienen que ver con la *dignidad humana* (lo que por definición tiene *valor* pero no *precio*) y con la libertad.

Hemos mostrado luego, con fundamentos históricos y filosóficos, que definir la inteligencia unilateralmente como la capacidad de medir la naturaleza para transformarla con fines productivos (*ingenium*) es un extravío reciente y un error con consecuencias graves. Si se pretende que el equilibrio de las problematizaciones y las propuestas sociales y productivas de los ingenieros sean con todo rigor “razonables”, es decir, compatibles con los principios de la Razón (*Vernunft*), los aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y éticos deben ser integrados al pensamiento. Los auténticos principios universales de la razón son tales cuando se hallan orientados por máximas que son o puedan ser *queridas por* y *válidas para* todos. Ellos se oponen por definición a la creación y a la perpetuación de los *privi-legios* (las leyes privadas). En este sentido, la filosofía de la técnica argumenta que, especialmente en el contexto actual, es necesario limitar el derroche y la codicia. No por un moralismo religioso apenas disimulado, sino por la inviabilidad de la generalización del programa norteamericano, cuya “democratización” tiene el precio de la devastación del planeta.

Hoy sabemos que el progreso técnico de la especie humana no es incompatible con la barbarie política y económica. Así pues, la verdadera inteligencia se define como mínimo por un pequeño avance de la receptividad en relación con la productividad [18], por la capacidad de tender puentes habitables entre dos tipos de *técnicas o artes* (la palabra griega es la misma: *teckné*), escindidas fundamentalmente desde el siglo XVII: las artes *útiles* (ingeniería) y las *bellas artes* (las artes de la *buena vida* o *vida ética*). En segundo lugar, los principios racionales de una *racionalidad práctica*, se niegan a utilizar a la humanidad como un medio; impiden concebir a la naturaleza como un capital (los capitales se amortizan y se sustituyen, la tierra no), y plantean severas objeciones a la consideración de la naturaleza como un mero medio. La conciencia ecológica demuestra que incluso para ser considerada un *medio* en un futuro próximo (y no sólo en lo inmediato), la naturaleza debe ser pensada y tratada en parte como un fin. Si no lo logramos, nos comportaremos con respecto a las generaciones futuras como con enemigos a quienes privamos de cualquier beneficio.

Lo que proponemos aquí es un compromiso y un contrato político que contribuyan a detener el arrasamiento *irracional* impulsado por el mandato tácito de la productividad misma *aparentemente* racional, pero escindida de sus fines humanitarios y orientada al derroche y al consumo de unos pocos. La Ecología como ciencia (es decir, como saber válido de carácter universal), por su unidad de resultados teóricos y principios prácticos,

bien puede ser un nuevo paradigma de racionalidad para la ciencia en general. Ella sintetiza el punto de vista del *todo de la vida* [20], si bien también es cierto que el pensamiento verde debe en ocasiones demostrar que no es la prolongación de un resentimiento clerical-fascista contra la modernidad.

5. Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Censos, ENIT Encuesta Nacional sobre Innovación y Conducta Tecnológica: ENIT 2005, 1a ed. - Buenos Aires: - INDEC, 2008.
- [2] LÓPEZ, G. (2012). *Encrucijada en la formación de ingenieros: ¿Oferta o demanda?* En *Anales I CADI – VII CAEDI*, edición digital, U. N. Mar del Plata, en <http://www.cadi.org.ar/images/trabajos/CAEDI/a29%20encrucijada%20en%20la%20formacin%20de%20ingenieros%20%20oferta%20o%20demanda.pdf>
- [3] HAN, B-C. (2014). *Psicopolítica. Neoliberalismo y nuevas técnicas de poder*. Barcelona: Herder. 127pp.
- [4] VON WRIGHT, G. H. (1987) *Explicación y comprensión*. Buenos Aires: Alianza.
- [5] GADAMER, H. G. (1992) *Verdad y método (Tomos I y II)*. Salamanca: Sígueme.
- [6] HORKHEIMER, M. (1998) *Teoría crítica*. Buenos Aires: Amorrortu.
- [7] HABERMAS, J. (1988) *La lógica de las ciencias sociales*. Madrid: Tecnos.
- [8] HUSSERL, E. (2008) *Crisis de la ciencia europea y la fenomenología trascendental*. Buenos Aires: Prometeo.
- [9] DRIVET, L.; LÓPEZ, M. & LÓPEZ, G. (2017) “¿Hay lugar en el fondo? Reflexiones éticas sobre la enseñanza de la (nano)ciencia y su vínculo con la sociedad”. En *Actas de la V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería*. Editado por la Universidad Tecnológica Nacional. Secretaria de Ciencia Tecnología y Posgrado Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería TEyEI. San Nicolás, octubre de 2017, ISSN 2313-9056, pp. 182-187. Disponible en: <http://www.frsn.utn.edu.ar/JEIN/files/Actas%20V%20JEIN.pdf>
- [10] VARSAVSKY, O. ([1969] 1986) *Ciencia, política y científicismo*. Buenos Aires: CEAL.
- [11] EAGLETON, T. (2015) “The Slow Death of the University”. *The Chronicle of Higher Education*. 6 de Abril de 2015. Disponible en: <https://www.chronicle.com/article/The-Slow-Death-of-the/228991> [30/12/2017]
- [12] CHOMSKY, Noam (1973) (entrevistado) "One man's view: Noam Chomsky. Are universities too conservative? Do they collude with corporations to obscure the way power works in our society? Noam Chomsky thinks so and explains why." in *Business Today*, May 1973, 13-15.
- [13] COLLINI, Stefan (2012) *What are Universities for?* UK: PenguinBooks.
- [14] NUSSBAUM, M. C. (2010) *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*. Trad.: M. V. Rodil. Buenos Aires: Katz.
- [15] SAID, Edward (2004) *Humanismo y crítica democrática. La responsabilidad pública de escritores e intelectuales*. Trad.: R. García Pérez. Epub.

- [16] BUNGE, M. (2018) Tecnófobos, tecnófilos y tecnúpidos. Prólogo *¿Qué es la tecnología?*, de Dominique Raynaud (Laetoli, 2018). Disponible en: <https://www.elperiodico.com/es/ciencia/20180327/tecnofobos-tecnofilos-y-tecnupidos-6718259>
- [17] NIETZSCHE, F. ([1882] 2001) *La ciencia jovial [La gaya scienza]*. Trad.: G. Cano. Madrid: Biblioteca Nueva, §125, p. 219.
- [18] FINKIELKRAUT, A.&SLOTEDIJK, P.(2008) *Los latidos del mundo. Diálogo*. Buenos Aires: Amorrortu, pp. 116-117.
- [19] BECK, U. (1998) *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós.
- [20] LAMBRUSCHINI, G. (2000). La dialéctica del desarrollo de las fuerzas productivas. Inédito.
- [21] TODOROV, T. (1993) *Las morales de la historia*. Trad.: M. Bertran Alcázar. Barcelona: Paidós.