

Giuliano, Gustavo ; Nicchi, Fernando ; Parselis, Martín

La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica. Un desarrollo humano a la luz de Laudato si'

Capítulo del libro:

La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica. Un desarrollo humano a la luz de Laudato Si', EDUCA, 2017

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Giuliano, G, Nicchi, F, Parselis, M. La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica : un desarrollo humano a la luz de Laudato Si' [en línea]. En Zamora, María Clara. La enseñanza de la ingeniería y la educación tecnológica. Un desarrollo humano a la luz de Laudato Si', EDUCA, 2017. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/ensenanza-ingenieria-laudato-si.pdf> [Fecha de consulta:...]

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA^(*)

Un desarrollo humano a la luz de Laudato si'

Por Gustavo Giuliano¹, Fernando Nicchi² y Martín Parselis³

Resumen

Uno de los ejes que atraviesa la encíclica Laudato si' es la crítica a las formas de poder que derivan de la tecnología junto con la invitación a buscar otros modos de entender el progreso y nuevos estilos de vida. Lo en ella expuesto permite concluir con claridad que la mirada del desarrollo presente en la encíclica adscribe a una teoría valorativa de la tecnología. Como corolario natural de esta propuesta resulta el hecho de que no sólo es importante discutir los mecanismos político-económicos para la toma de decisiones acerca de los fines a los que debería direccionarse el progreso técnico, sino que es necesario además repensar y actuar sobre la propia racionalidad y la enseñanza de las disciplinas científico-tecnológicas.

(*) Este trabajo es un texto original premiado en el concurso “Desarrollando ideas y talentos”, propuesto por la Universidad Católica Argentina entre 2016 y 2017 a sus investigadores y docentes.

1. Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia por la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Es Profesor en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias UCA.

2. Doctor en Economía por la UCA. Es Profesor en las Facultades de Ciencias Económicas y de Ingeniería y Ciencias Agrarias UCA.

3. Doctor en Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología por la Universidad de Salamanca. Es Profesor en las Facultades de Ciencias Sociales, de Filosofía y Letras, y de Ingeniería y Ciencias Agrarias UCA.

En este trabajo se propone un camino posible por intermedio de la incorporación de una “pregunta contextual” en la formación en ingeniería. Como primer paso se analiza la plausibilidad de la vía educativa para la puesta en práctica de la encíclica en las carreras de ingeniería, luego se presenta la contextualización buscada junto con el tratamiento del problema del cuidado de nuestra “casa común”; por último se concluye con la propuesta de un modelo epistemológico que facilite la integración buscada.

Introducción

La encíclica *Laudato si'* nos enfrenta a la complejidad del momento actual signado por nuevas formas de poder derivadas del paradigma tecno-económico que amenazan con arrasar no sólo con la política sino también con la libertad y la justicia (LS, 53). Para el Papa Francisco la tecnología y la economía no son fuerzas neutrales; son el vehículo para que tal poder se despliegue. Según nos señala en su mensaje “la humanidad ha ingresado en una nueva era en la que el poderío tecnológico nos pone en una encrucijada” (LS, 103):

Podemos decir entonces que, en el origen de muchas dificultades del mundo actual, está ante todo la tendencia, no siempre consciente, a constituir la metodología y los objetivos de la tecnociencia en un paradigma de comprensión que condiciona la vida de las personas y el funcionamiento de la sociedad. Los efectos de la aplicación de este molde a toda la realidad, humana y social, se constatan en la degradación del ambiente, pero este es solamente un signo del reduccionismo que afecta a la vida humana y a la sociedad en todas sus dimensiones. Hay que reconocer que los objetos producto de la técnica no son neutros, porque crean un entramado que termina condicionando los estilos de vida y orientan las posibilidades sociales en la línea de los intereses de determinados grupos de poder. Ciertas elecciones, que parecen puramente instrumentales, en realidad son elecciones acerca de la vida social que se quiere desarrollar (LS, 107).

Nos encontramos frente a un modelo de tensiones cruzadas donde la tecnología, la economía y la cultura se presionan y definen mutuamente creando lo que Andrew Feenberg (2012) ha denominado “una jerarquía entramada”. Desanudar esta jerarquía implica la necesidad de transitar un camino formativo en el que la tecnología deje de ser vista de manera ingenua como simples herramientas útiles, para pasar a ser considerada

como una sobrenaturaleza artificial que condiciona a la sociedad moderna en su conjunto⁴. Este cambio de visión no es sencillo ya que como bien señala la encíclica:

La tecnología ha remediado innumerables males que dañaban y limitaban al ser humano. También es capaz de producir lo bello y de hacer “saltar” al ser humano inmerso en el mundo material al ámbito de la belleza (LS, 103).

Por ello, no se trata de propender a un rechazo tecnofóbico sino a construir abordajes alternativos responsables de nuevos entramados de vida donde el poder tecno-económico sea puesto bajo consideraciones más amplias superadoras de la mera explotación del hombre y la naturaleza, “simplemente se trata de redefinir el progreso” (LS, 194).

Intentar avanzar en este camino nos enfrenta a un problema central de la política:

Cuando se plantean estas cuestiones, algunos reaccionan acusando a los demás de pretender detener irracionalmente el progreso y el desarrollo humano. Pero tenemos que convencernos de que desacelerar un determinado ritmo de producción y de consumo puede dar lugar a otro modo de progreso y desarrollo. Se trata de abrir camino a oportunidades diferentes, que no implican detener la creatividad humana y su sueño de progreso, sino orientar esa energía con cauces nuevos (LS, 191).

De este modo, para Laudato sí, una estrategia de cambio real exige repensar la totalidad de los procesos, ya que no basta con incluir consideraciones ecológicas superficiales mientras no se cuestione la lógica subyacente en la cultura tecno-científica actual (LS, 197).

4. Una idea de “sobrenaturaleza” es la propuesta por Ortega y Gasset en su Meditación de la técnica (1939) donde plantea que esta sobrenaturaleza es el conjunto de la creación técnica para adaptar la naturaleza a las necesidades humanas. Horkheimer en su Crítica de la razón instrumental (1969) sostiene que “tenemos, por un lado, el yo, el ego abstracto, vaciado de toda substancia salvo de su intento de convertir todo lo que existe en el cielo y sobre la tierra en medio para su preservación y, por otro, una naturaleza huera, degradada a mero material, mera substancia que debe ser dominada sin otra finalidad que la del dominio”.

Plausibilidad de la vía educativa como puesta en práctica de Laudato si'

A la hora de intentar poner en práctica una orientación doctrinal en el plano de las políticas públicas (*policies*) es necesario no sólo adaptarlas a las necesidades coyunturales (lo cual en alguna medida sigue respondiendo a la lógica de lo deseable) sino también adaptarlas a otro plano: el de las posibilidades políticas (*politics*) entendidas como las alternativas asequibles dentro del entramado fáctico del mundo.

En este último plano resulta útil identificar los mecanismos causales para el comportamiento de los actores relevantes. Es posible clasificar las restricciones que moldean ese comportamiento en tres categorías: las restricciones estructural-económicas, las político-institucionales y las cultural-ideológicas.

Las restricciones estructural-económicas remiten a elementos de naturaleza más material; v.g. podemos evitar hurtos si colocamos los objetos en una caja fuerte blindada. Las restricciones político-institucionales se refieren a las reglas de juego vigentes y al poder para imponerlas; v.g. puede haber una ley que prohíba los hurtos y un poder de policía que imponga esa ley. Por último, las restricciones cultural-ideológicas giran sobre la educación, los valores y las creencias. Es posible educar para que las personas estén convencidas de que el hurto no es bueno.

La dominancia de una categoría u otra de las restricciones debe ser debidamente justificada y tomada en cuenta. La utilidad de la comprensión de los mecanismos causales no se reduce únicamente al diagnóstico de la situación y sus posibles vías de solución, sino también a tener a mano opciones para apelar a distintos niveles de acción en la medida en la que en los otros aparezcan dificultades importantes o insalvables para llevar adelante los intereses perseguidos.

El primer paso es, entonces, examinar las restricciones estructural-económicas. ¿Es materialmente posible un desarrollo económico que no conduzca a la degradación/destrucción ambiental?

Aquí existen numerosos esfuerzos desde hace décadas. Podemos citar como ejemplo el camino del uso eficiente de la energía. ¿Por qué utilizar más energía para satisfacer determinadas necesidades humanas (iluminación, calefacción/refrigeración, transporte, etc.) si es posible hacerlo con menos energía gracias a mejores tecnologías? Un primer obstáculo (microeconómico) ha sido el costo de esas tecnologías. Pero desde hace tiempo que ese costo ha venido cayendo aceleradamente. Hoy día es posible reducir (o al menos reducir la tasa de crecimiento de) la ener-

gía apelando a un uso más eficiente, sin atentar contra la satisfacción de determinadas necesidades humanas.

Pero ni bien se realiza un análisis más sofisticado, nos encontramos con que el crecimiento ininterrumpido de esas necesidades hace que la eficiencia (desde ya impostergradable) empieza a ser insuficiente. Justamente, la aplicación de medidas de eficiencia permite sólo postergar el deterioro ambiental (que por supuesto es mucho mejor que nada). Colabora a retroceder algunos escalones en una escalera mecánica que, de todas formas, no para de subir.

La misma encíclica lo advierte cuando dice que:

Todavía no se ha logrado adoptar un modelo circular de producción que asegure recursos para todos y para las generaciones futuras, y que supone limitar al máximo el uso de los recursos no renovables, moderar el consumo, maximizar la eficiencia del aprovechamiento, reutilizar y reciclar (LS, 22).

Por otro lado, desde una visión más macroeconómica, aparecen dificultades coyunturales no menos graves. Efectivamente, el volumen de la actividad económica de las naciones se explica en gran medida (el 80% en Argentina) por el nivel de consumo (público y privado). Una ralentización del consumo provoca, de inmediato, una caída de la actividad económica y un automático aumento en el nivel de desempleo y pobreza. Salir de esa trampa requiere modificaciones de largo plazo sobre la estructura económica de los países.

En definitiva, existen herramientas a mano, y muchas están ya en uso, para morigerar el deterioro ambiental. Pero no serán suficientes a largo plazo a no ser que se encuentren soluciones tecnológicamente revolucionarias (hipótesis no descartada por los tecno-optimistas). Por otra parte, en el corto plazo aparecen problemas macroeconómicos serios. Afortunadamente, ambos planos podrían articularse morigerando el corto plazo con la eficiencia y preparando el escenario para un largo plazo con menos consumo.

Pero para ese largo plazo es necesario apelar a las otras esferas: la política y la cultural. El siguiente paso, entonces, se detiene sobre las restricciones político-institucionales. ¿Es factible que se tomen medidas normativas y políticas que modifiquen el sendero del deterioro ambiental?

La encíclica nos recuerda que el clima es un bien común, de todos y para todos (LS, 23). Tal vez allí aparezca una primera pista para un problema que ha sido y es cada vez más dominante en la sociedad: el de los bienes de uso colectivo.

Desde la decisión sobre si destapar o no una red de alcantarillado (que no puede ser resuelta meramente con decisiones individuales) hasta las altas decisiones políticas de una nación han sido motivo de constante controversia a lo largo de la historia. ¿Cuál es el mejor sistema para tomar esas decisiones? Las opciones discurren desde los extremos de la dictadura hasta la absoluta unanimidad (pasando por la mayoría simple). Claro que existe una tensión de compromiso entre los abusos posibles de un decisor individual y las dificultades para consensuar entre una multitud de involucrados (Buchanan and Tullock, 1962).

No obstante, en gran parte del planeta parece estar fuera de discusión una preferencia clara por los sistemas democráticos. Es así que cualquier decisión sobre la estructura económica y los modos de consumo deberá ser masivamente validada por apoyo electoral. Es aquí donde también aparecen dificultades.

En efecto, es ya muy conocido el análisis propuesto por la denominada “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968) en donde un grupo de criadores de ovejas terminan degradando el prado del que se nutren los animales, impulsados por el afán de aumentar su rebaño sin límites. Este resultado “trágico” (en el sentido griego en el que los actores saben que su comportamiento los conduce a la perdición, pero no pueden dejar de hacerlo) ha motivado gran cantidad de tratamientos y posibles soluciones, siempre tensando la cuerda entre dictadura y consenso.

El problema del ambiente que tenemos entre manos calza casi a la perfección con la tragedia de los comunes. Es muy difícil que los políticos tomen decisiones para preservar el ambiente si esas decisiones implican reducciones en el consumo... ¡porque no podrán ganar elecciones para hacerlo!

Bajo este análisis, entonces, por el momento parece que la política encuentra dificultades, ya que:

Los resultados requieren mucho tiempo, y suponen costos inmediatos con efectos que no podrán ser mostrados dentro del actual período de gobierno. Por eso, sin la presión de la población y de las instituciones siempre habrá resistencia a intervenir, más aún cuando haya urgencias que resolver. Que un político asuma estas responsabilidades con los costos que implican, no responde a la lógica eficientista e inmediatista de la economía y de la política actual, pero si se atreve a hacerlo, volverá a reconocer la dignidad que Dios le ha dado como humano y dejará tras su paso por esta historia un testimonio de generosa responsabilidad (LS, 181).

Se trata ni más ni menos que de la famosa frase de De Gasperi: “un político es alguien que piensa en la próxima elección y un estadista es alguien que piensa en la próxima generación”. No obstante, observando el mundo actual, no podemos confiar y dejar todo librado a la aparición de verdaderos estadistas. La raíz del problema es humana (LS, 101) y entonces la acción debería dirigirse hacia allí.

Queda entonces, por fin, el entorno cultural y espiritual. ¿Es posible (o más conveniente) trabajar sobre la educación y la cultura para torcer el rumbo de la degradación ambiental?

Pues, la misma encíclica lo detecta cuando dice que:

[El ser humano] puede disponer de mecanismos superficiales, pero podemos sostener que le falta una ética sólida, una cultura y una espiritualidad que realmente lo limiten y lo contengan en una lúcida abnegación (LS, 105).

Podemos desprender, entonces, que una vía de acción práctica y efectiva debería incidir sobre el esquema de valores propiamente humano. Influir sobre el esquema de valores del hombre. En nuestro problema concreto: sobre las necesidades (de consumo) que consideramos importantes para las personas y sobre aquellas otras que deberían ser moderadas o reducidas porque:

La sobriedad que se vive con libertad y conciencia es liberadora. No es menos vida, no es una baja intensidad sino todo lo contrario. En realidad, quienes disfrutan más y viven mejor cada momento son los que dejan de picotear aquí y allá, buscando siempre lo que no tienen, y experimentan lo que es valorar cada persona y cada cosa, aprenden a tomar contacto y saben gozar con lo más simple. Así son capaces de disminuir las necesidades insatisfechas y reducen el cansancio y la obsesión. Se puede necesitar poco y vivir mucho, sobre todo cuando se es capaz de desarrollar otros placeres y se encuentra satisfacción en los encuentros fraternos, en el servicio, en el despliegue de los carismas, en la música y el arte, en el contacto con la naturaleza, en la oración. La felicidad requiere saber limitar algunas necesidades que nos atontan, quedando así disponibles para las múltiples posibilidades que ofrece la vida (LS, 223).

La tarea práctica que se sigue, entonces, es impregnar la cultura con estos valores.

Es así que de las tres arenas que venimos analizando, la posibilidad de acción se nos abre en el ámbito educativo y cultural. No tenemos garantías de que efectivamente podamos producir con éxito estos cambios

a través de la educación (o que sea el camino más efectivo), pero es la herramienta que tenemos más a mano en la universidad, para la que participamos como universidad católica. Claro que modificar la cultura no es una meta de rápido alcance⁵.

La educación en carreras de ingeniería

Llegados a este punto, y en función de nuestro objetivo en este trabajo, es necesario que nos preguntemos sobre la viabilidad de introducir en las ingenierías los cambios buscados. El ordenamiento de las carreras de ingeniería en Argentina, desde la promulgación de la Ley Nacional de Educación Superior, está reglamentado en la Resolución 1232/01. En lo que nos atañe podemos observar en ella que se brinda un grado de flexibilidad importante para que cada carrera pueda definir adecuadamente su perfil. Así de las 3.750 horas mínimas exigidas sólo se reglamentan 2.075 horas, siendo el resto de libre disponibilidad. Por otra parte se hace expresa mención a que “el plan de estudios debe cubrir aspectos formativos relacionados con las ciencias sociales, humanidades y todo otro conocimiento que se considere indispensable para la formación integral del ingeniero” (Res. 1232/01, p. 14), quedando establecido que “la definición de contenidos en las áreas de ciencias sociales, humanidades y economía, entre otras, queda al arbitrio de cada una de las instituciones, debiendo su diseño abarcar aspectos significativos y mantener coherencia con el perfil del graduado que se propone formar” (ídem, p. 8). Las materias del ciclo denominado “complementario” tienen como fin “formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones” (ídem, p. 13). Por otra parte, las materias incluidas en el bloque de las “tecnologías aplicadas” deben entre otros objetivos permitir evaluar las

5. Una vía más expedita puede ser la influencia sobre la cultura de los potenciales dirigentes de la sociedad. Se trata de la idea de formar líderes a través de la educación (Bettignies, 2014). Intentar estratégicamente el cambio cultural sobre aquellos que puedan tener un efecto multiplicador o amplificado sobre la sociedad. En el caso de Bettignies (que no habla particularmente sobre el ambiente sino sobre las consideraciones éticas en general), su recomendación es específicamente concreta: incidir sobre los alumnos de MBA (de donde muy probablemente surgirán los dirigentes empresariales).

bondades estéticas y el impacto social de las tecnologías a desarrollar (ídem, p. 12)⁶.

En el pormenorizado análisis del proceso de acreditación de las carreras de ingeniería de gestión estatal realizado por Emilce Moler (2006), y publicado por la CONEAU, se señala la existencia de “tensiones no resueltas” al momento de la instrumentación de la Resolución en las diversas instituciones estudiadas. Moler identifica que a pesar de que en la citada reglamentación no se realizan ponderaciones de valor sobre sus diversas exigencias, atribuyendo a todas ellas una misma importancia, en el campo de aplicación se observan “estándares sobrevaluados” –entre ellos la gran exigencia de investigación científica– y “estándares ignorados”, siendo “el más representativo de este grupo de estándares el relacionado con la formación humanística del ingeniero” (Moler, p. 24)⁷.

Adicionalmente Moler postula la existencia de “temas ausentes” en la reglamentación. Por una parte, destaca la falta absoluta de temas de epistemología que permitan distinguir las diferencias entre hacer ciencia y hacer tecnología, y de este modo poder hacer emerger preguntas dentro de la comunidad de ingenieros acerca de “cómo evaluar los proyectos con atención a sus consecuencias sociales” (ídem, pp. 42-44). Por último, señala también como perniciosa la ausencia de aspectos de corte ideológico, sin ellos: “¿quién se va hacer cargo en las carreras de ingeniería de revertir la falta de compromiso social que, en general, un estudiante de ingeniería manifiesta?” (ídem, p. 45). Concluye que las instituciones de educación superior además de capacitar para la gestión y el desarrollo de la vida práctica y cotidiana deben contribuir en profundizar la lectura crítica de la historia y en la toma de conciencia sobre el papel social de la ciencia y la tecnología (ídem, pp. 48-49).

En lo que atañe entonces a nuestra preocupación, surge con claridad que la reflexión buscada, a pesar de que existen algunos obstáculos de índole cultural *ad intra* las instituciones, se encuentra reconocida y es declamada como necesaria por la burocracia asociada a los programas de acreditación de carreras de ingeniería, lo cual representa para nosotros

6. Específicamente, la carrera de ingeniería ambiental debe brindar conocimientos en el área de Tecnología, Ambiente y Sociedad.

7. “Cualquier asignatura que tuviese ‘aspecto de humanista’ se consideraba como válida [...] Este resultado era previsible, dado que no se incluían entre los Pares evaluadores a docentes especialistas provenientes de otras comunidades, con otros valores y capacidades de análisis diferentes. Era previsible que la valoración implícita de los estándares por parte de los pares fuera la misma que la de la propia comunidad evaluada.” (Moler, pp. 24-25).

una excelente oportunidad para poder avanzar en nuestra propuesta formativa.

Con los fundamentos esgrimidos hasta aquí pasamos a la propuesta concreta: la inclusión de los conceptos de la encíclica *Laudato sí* en las carreras de ingeniería.

Contextualización de la educación tecnológica

Consideramos que la inclusión de la reflexión que propugna la encíclica llama a la incorporación de una *pregunta contextual*. Como sugiere Gene Moriarty (2000) la ampliación de la educación tecnológica requiere de una nueva clase de pregunta durante el período de formación. Así como en sus comienzos los estudios de ingeniería estaban fundamentalmente asociados a conocer *cómo* funcionan los distintos mecanismos; así como, señalando un giro importante, se sumó al abordaje anterior la inclusión de las ciencias exactas necesarias para conocer *por qué* los mecanismos funcionan de la manera en que lo hacen; ahora, frente a la realidad y los desafíos de la época actual, es tiempo de sumar una tercera aproximación relacionada con preguntas contextuales que abran la interrogación por los fines: *para qué y para quién funciona y cuáles son sus costos y consecuencias amplias*.

Buscamos por intermedio de esta pregunta contribuir a que los futuros profesionales puedan liberarse de un discurso que les impone serias limitaciones para examinar los significados sociales de la tecnología –para advertir las implicancias del desarrollo tecnológico– y de la actividad de los ingenieros –para que no permanezcan alejados de una reflexión sobre sus capacidades–. Como señala Stephen Johnston (1996), este discurso, que se ha establecido y transformado en dominante, opera en dos direcciones perniciosas, una intelectual y otra práctica. Intelectualmente por vía de la descalificación jerárquica de aquellos que promueven otros abordajes posibles. Prácticamente, manteniendo a los ingenieros como rehenes acrícos de las decisiones empresariales, únicas encargadas de definir los problemas y los términos de las soluciones aceptables. Adicionalmente, actúa también de manera contraproducente por intermedio de la segregación comunicativa, que aísla a los ingenieros del resto de las comunidades académicas, dificultando el vital diálogo interdisciplinario. Sin el acceso a un discurso más amplio no se podrá salir del encierro, simplemente porque no se dispondrá de las herramientas conceptuales necesarias para ello. La ingeniería no

puede ser separada de su contexto y esta aseveración tiene validez desde la propia etapa inicial de su enseñanza.

La pregunta contextual, en distintos grados de profundidad y sin que necesariamente sea respondida, debería atravesar las distintas asignaturas de la carrera. Para ello, puede resultar de utilidad abrirlas en los planos señalados por la sustentabilidad ampliada: *medioambiente*, *economía* y *sociedad*. De este modo, el estudiante de ingeniería, al igual que sucede con las dimensiones científicas y técnicas, se irá habituando gradual y continuamente a asumir la importancia de interrogar la tecnología que puede generar o contribuir a implantar.

- *Medioambiente*: ¿Cuáles son sus efectos sobre la salud del planeta y de las personas?

¿Preserva o destruye la biodiversidad? ¿Preserva o reduce la integridad de los ecosistemas y la biosfera? ¿El uso de qué recursos aumenta, disminuye o reemplaza?

¿Incorpora los principios del diseño ecológico? ¿Qué cantidad y qué tipos de residuos genera? ¿Dónde va a parar cuando se desecha?

¿Refleja un pensamiento lineal o cíclico? ¿Quiebra o renueva el vínculo entre los humanos y la naturaleza? ¿Pueden sus efectos ser directamente vivenciados? ¿Hasta dónde distancia al usuario de los efectos que produce su uso? ¿Pone en peligro a las generaciones venideras?

- *Economía*: ¿Dónde se produce? ¿Dónde se usa? ¿Qué permite hacer que sin ella sería imposible? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto? ¿Puede ser reparada? ¿Cuáles son todos sus costos? ¿Qué tipo de capital requiere? ¿Qué se gana con su uso? ¿Qué se pierde con su uso? ¿Qué otras tecnologías hace posible? ¿Reemplaza o ayuda a los humanos?

¿Mejora la oportunidad de acceso al trabajo o genera desocupación? ¿Mejora o reduce la calidad de los bienes? ¿Da más poder a las corporaciones? ¿Promueve el bien común y la justa distribución de los bienes o facilita el proceso de acumulación? ¿Impulsa la subsidiaridad para con los más débiles y las minorías o fomenta exclusión? ¿Es compatible con la creación de un sistema económico alternativo?

- *Sociedad*: ¿Es útil a la comunidad? ¿A quiénes beneficia? ¿A quiénes perjudica? ¿Qué valores fomenta? ¿Qué simboliza? ¿Da mayor libertad a los ciudadanos? ¿Cómo afecta la calidad de vida? ¿Respeto o atenta contra la dignidad de las personas? ¿Concentra o distribuye el poder? ¿Cómo afecta la percepción de las necesidades? ¿Cuáles son sus efec-

tos sobre las relaciones interpersonales? ¿Cómo afecta la manera de ver y entender el mundo? ¿Promueve la diversidad y el crecimiento del conocimiento? ¿Preserva o reduce la diversidad cultural? ¿En qué medida redefine la realidad? ¿Permite asumir responsabilidad individual o colectiva sobre sus efectos? ¿Requiere o instituye elites? ¿Qué tipo de marco legal necesita? ¿Fomenta la participación democrática o es funcional al ejercicio del autoritarismo? ¿Anima al desarrollo pleno de la solidaridad y la fraternidad o exacerba el individualismo? ¿Cuál es su potencial de generar adicción?

Este cambio habilitará trabajar en un eje de cultura tecnológica general que permita advertir los propósitos y las condiciones en las que se producen las tecnologías, y en otro eje de cultura tecnológica específica para las carreras afines que no se desentienda del primero.

El cuidado de la casa común

Estas cuestiones contextuales son las que permiten dar sentido individual y social a las producciones tecnológicas, y son base de criterios que permiten juzgarlas desde diversos puntos de vista que en muchos casos son clave para la supervivencia, para asegurar condiciones de vida digna, o para lo que en *Laudato si'* es denominado “el cuidado de la casa común”. Por lo tanto, es posible pensar en que el esfuerzo educativo tiene un eje en las especialidades tecnológicas y otro eje transversal a todas las especialidades, incluyendo a las específicas.

Entendemos que abordar el problema de la casa común implica dar una correcta interpretación y actualización sobre la relación de dominio del hombre sobre su entorno. La encíclica nos invita a recordar que en el Génesis estamos invitados a “labrar y cuidar” el jardín del mundo (cf. Gn 2,15). Labramos a través de nuestro trabajo sobre el entorno, y los cuidamos si lo protegemos, lo custodiamos, lo preservamos, lo guardamos y lo vigilamos. Esto implica una relación de reciprocidad responsable entre el ser humano y la naturaleza (LS, 53).

Por otra parte, es necesario advertir que el sentido del cuidado y de aquello que pudiera considerarse común puede entenderse de modos diferentes. De hecho, la dominancia económica, cultural o institucional varían en esta consideración. Sin embargo, la recuperación actual de la idea de “bien común” (*common*, procomún) permite avanzar sobre el significado de la casa común.

Para la “economía del don”, un bien privado tiene (al menos teóricamente) sustitutos (más o menos perfectos), presupone la posibilidad de elegir otros bienes y existe libertad de elección en la oferta y en la demanda. Un bien es público cuando no es exclusivo ni rival en el consumo; por ello es un bien cuyo acceso está asegurado a todos, pero cuyo uso por parte del individuo es independiente del uso que le den los demás. El bien común “es un bien rival en el consumo pero no exclusivo, y además es aquel en que la utilidad que cada uno obtiene de su uso no puede ser separada de la utilidad que otras personas obtienen de ella” (Zamagni, 2014).

La casa común es ese “jardín del mundo” que compartimos, y esto es una realidad fáctica, todos estamos en relación con él y posibilita nuestra condición de vida material. Es evidente entonces que aquello que consideramos *commons* como el aire, el agua o la biodiversidad sean partes de esa casa común, con un sentido profundo de lo “común”. Sin embargo, considerar algo como un *common* es una propiedad que se otorga institucionalmente. A través de nuestra organización social e institucional definimos qué cosas son privadas, cuáles deben ser consideradas como públicas y cuáles comunes. Esta distinción se encuentra en tensión ante la presión de la explotación de ciertos bienes que desde posiciones interesadas buscan considerarlos como privados, estados que buscan apropiarse de recursos, o reclamos comunitarios para otorgar el status de *common* a recursos que posibilitan su vida. Distintas culturas y regiones pueden hacer esta distinción de modos diferentes.

Nuestra relación con el otro, y con el entorno cambia en función del estatus que demos a cada parte de la casa común. Según Zamagni, “mientras que en relación con los bienes de la esfera privada es necesario apelar al principio del cambio de equivalentes, y para resolver el problema de los bienes públicos se puede pensar, al menos en el nivel teórico, en la aplicación del principio de redistribución, cuando se llega a la cuestión de los bienes comunes se vuelve indispensable poner en juego el principio de reciprocidad (Zamagni, 2014).

La reciprocidad a través de los bienes comunes se vuelve un problema económico, que merece una discusión sobre cómo desde el punto de vista económico, institucional y cultural pensamos el sentido de “labrar” y “cuidar” la casa común. Pero además la reciprocidad entre el ser humano y la naturaleza que reclama Laudato si’ es de inspiración ética, que recuerda, entre otros, a Emmanuel Lévinas y la consideración del otro, clave para cualquier interpretación de aquello que podamos considerar común (Lévinas, 1997).

Es necesario aclarar que los bienes comunes “dados”, asociados a la casa común, se consideran recursos y también parte de nuestras restricciones. Los bienes comunes “construidos”, en cambio, son productos que resultan de la producción colectiva y son puestos a disposición libre de otros. No están asociados a la idea de recursos sino a la circulación de la cultura, como el conocimiento científico o la música.

Por lo tanto, un problema a afrontar en la enseñanza de la ingeniería es la pregunta y la discusión acerca de qué podemos considerar como bien privado, público o común, sobre la base de que en las disciplinas tecnológicas, la utilidad que un actor social obtiene de un bien, no siempre puede ser separada de la utilidad que obtiene otro. Se genera entonces un campo de análisis que es apto para dar relevancia a la relación fuerte entre el conocimiento y diversos aspectos éticos, como las condiciones de reciprocidad con el otro.

Dentro del proceso de contextualización buscado, es necesario encontrar vías que permitan analizar –y decidir– cómo cada tecnología interrelaciona bienes públicos, privados y comunes, promoviendo nuevas lógicas de desarrollo tecnológico.

Como primera propuesta en esta dirección nos interesan resaltar los criterios de lo que Quintanilla (2009) denominó “tecnologías entrañables” (en el sentido de “no extrañas”) y que la tesis de Parselis (2016b) define y presenta del modo de la Tabla 1. Estos criterios buscan que un resultado técnico esté inspirado, y pueda ser evaluado, desde la promoción de *la autonomía de un usuario, el cuidado de la casa común, el consenso, la legitimidad y la responsabilidad*. A su vez, estos criterios pueden ser parte del contexto profesional del ingeniero, o características de lo que recibe un usuario, pero que son previstos en la actividad del técnico.

	Criterios			
	Autonomía	Cuidado	Legitimación	Responsabilidad
Contexto de diseño	Comprensible	Sostenible	Participativa	Social
		Reversible		Limitada
Artefacto	Prestaciones manifiestas	Recuperable	Explorable	
		Limitada	Comprensible	
Contexto de uso	Dócil			Interfaces
	Polivalente			Prestaciones

Tabla 1. Contextos del sistema técnico ampliado versus criterios de entrañabilidad.

Como ejemplo que trasciende ampliamente los criterios denominados “intrínsecos” y “extrínsecos” propios del desarrollo tecnológico, en la tabla se muestran una serie de conceptos que incorporan aspectos culturales y éticos, varios asociados a bienes comunes culturales y otros asociados a bienes comunes naturales⁸. Es relevante para leer la tabla advertir que algunos de estos criterios se podrían verificar en los artefactos una vez producidos, pero la clave es reconocer los contextos en los que se hacen las tecnologías y los contextos donde las utilizamos. La simple existencia de estos contextos articulados a través de las tecnologías, implica una mediación tecnológica entre agentes intencionales en cada contexto, y por lo tanto la necesidad de reconocer un “otro” en cada una de estas mediaciones.

La ingeniería habita principalmente el contexto de diseño, creando planes para lograr características buscadas en sus productos en el contexto de uso. Creemos que cada uno de los criterios expuestos pueden guiar un desarrollo tecnológico más asociado a la naturaleza y a la cultu-

8. Los criterios intrínsecos se refieren a propiedades técnicas (como la factibilidad, eficiencia, fiabilidad), en tanto que los extrínsecos se refieren a valores económicos, sociales y culturales, como la idoneidad o viabilidad económica de un proyecto, su valoración moral, estética, política, la evaluación de riesgos e impacto ambiental. Tomados así se encuentran dentro de la lógica de desarrollo-impacto, cuando en verdad buscamos incorporar todas las categorías desde un inicio para el diseño de tecnologías más humanas.

ra, pero sin desnaturalizar la racionalidad y las metodologías ingenieriles en busca de la eficacia. ¿Es esto posible?

Hacia un modelo epistemológico

Creemos que sí, pero somos conscientes de que la problemática a trabajar en el aula es compleja y el camino a recorrer presenta dificultades didácticas, sobre la base de que resultan necesarias lecturas complementarias a las de las ciencias exactas y fácticas con las que los alumnos se encuentran más habituados a convivir.

Para que estos contenidos no se transformen en “parches” dentro de un programa sino que puedan integrarse de manera no forzada es necesario disponer de un modelo epistemológico que permita relacionar las diferentes aristas en danza. Con este fin presentamos un esquema conceptual que hemos denominado “modelo de barrilete” (Giuliano, 2016). De manera literal porque sigue un esquema topológico de cuatro nodos interconectados –como se observa en la Figura 1–, pero también de modo figurado en tanto que la imagen permite preguntarse sobre el poder efectivo de control de quienes sostienen el hilo del progreso tecnológico.

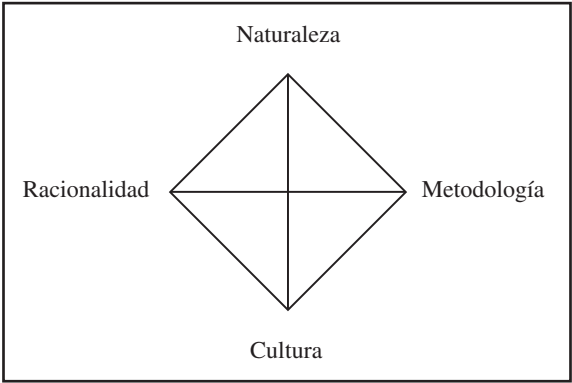


Figura 1. El “modelo de barrilete” y las relaciones de tensión presentes en la actividad del diseño.

El modelo se encuentra inspirado en el trabajo del filósofo francés Gilbert Simondon (2008), para quien el devenir de la relación entre el hombre y el mundo se presenta escindido entre una *tecnicidad* y una *religiosidad*. La primera se manifiesta en la génesis de los artefactos por vía de la operación de una racionalidad técnica; la segunda da lugar al despliegue de la cultura humanística por intermedio de mediaciones éticas y estéticas. Ambos modos se encuentran en permanente tensión y deben ser compensados por una fuerza de convergencia relacional que mantenga la unidad a pesar de la divergencia.

Como se ha señalado, el “modelo de barrilete” responde a un esquema topológico de cuatro nodos interconectados. Éstos son conformados por dos ejes –diagonales del rombo– que se encuentran en permanente tensión: por un lado el eje definido por la racionalidad y la metodología ingenieriles, y por el otro, el eje delimitado por la naturaleza y la cultura humanística.

Lo que se intenta sugerir con el esquema es que la racionalidad ingenieril, orientada a la resolución de problemas de forma eficiente, presiona a la naturaleza mientras que es interpelada por las prioridades culturales –incluyendo las tendencias políticas y económicas– encargadas de definir qué cuenta y qué no cuenta como problema. Por su parte, la cultura se ve a la vez transformada por la siempre cambiante estructura material produciendo corrimientos no previstos en las escalas de valores que generan inestabilidades sociales. A todo esto, la metodología empleada por la ingeniería encuentra limitaciones, tanto de índole práctica como conceptual, para poder dar cuenta de todas estas relaciones en forma simultánea

Buena parte de este cambio de perspectiva está asociado a la casa común: sobre el eje de la racionalidad y las metodologías de la ingeniería se busca hacer converger los aspectos de la naturaleza y de la cultura que (nos) implican en conjunto. Por lo tanto, el cuidado y la legitimación de aquello que conforma la casa común se vuelve central dentro del barrilete para que toda la labor del ingeniero se encuentre impregnada del sentido de reciprocidad.

Esperamos que el “modelo de barrilete” logre que las preguntas contextuales no sean entendidas como impuestas “desde afuera” sino como constitutivas de una racionalidad ingenieril más amplia, permitiendo visualizar con mayor claridad que las consecuencias sociales y los impactos sobre el mundo natural no son externalidades inevitables de un progreso tecnológico unidimensional, sino que se encuentran intrínsecamente relacionadas con la práctica del diseño.

Conclusiones

Finalmente, como cierre, enumeramos una serie de recomendaciones preliminares para la formación de ingenieros que se desprenden de lo hasta aquí trabajado y que esperamos contribuyan, desde el diálogo interdisciplinario, al mejoramiento de la calidad de vida en la Argentina desde la puesta en práctica de la encíclica *Laudato si'*.

1. Para que pueda tener lugar una genuina reflexión sobre los alcances de la ingeniería se debe propiciar una contextualización del discurso establecido en el que se encuentra instalada su enseñanza.
2. El nuevo discurso debe incluir no sólo dimensiones técnicas y científicas sino también ambientales, económicas y sociales, de modo que cuestiones como la equidad o la sustentabilidad no sean vistas como meras externalidades definidas por actores no técnicos, sino como íntimamente vinculadas a una racionalidad ingenieril más amplia.
3. Para ello se debe fomentar desde los inicios la reflexión sobre el poder que confiere el particular saber del ingeniero, y que lo transforma en un agente no neutral en la construcción del entramado material y cultural de la sociedad.
4. En este sentido es imprescindible educar al ingeniero de modo que se entienda y se vea a sí mismo como parte de una red interdisciplinaria conformada por la interacción compleja y continua de actores diversos, y no como un profesional aislado al que se le presenta un problema y del que sólo se espera una solución técnicamente óptima.
5. Para facilitar esta interrelación es necesario ejercitar en el aula no sólo la habilidad técnica sino también la capacidad de diálogo, de trabajo en equipo, de integración de saberes, de valorización de otras formas de conocimiento, de búsqueda de consensos, entre otras competencias igualmente relevantes.
6. Por otra parte, es importante poner en evidencia el carácter contingente y situado de los desarrollos tecnológicos, promoviendo una imagen de la tecnología donde, además de los aspectos científicos y técnicos, queden adecuadamente resaltados los aspectos históricos, culturales y valorativos de las tecnologías exitosas y las fracasadas.
7. También evidenciar que estas interrelaciones se producen a través de distintos actores sociales involucrando un sentido de reciprocidad entre ingeniería y sociedad que no puede resumirse en una mera transacción comercial. Y destacar que como operadores materiales sobre

la naturaleza y sobre la cultura la interrelación con los bienes comunes requiere un sentido de reciprocidad en términos de cuidado y legitimación de la obra del ingeniero.

8. En definitiva, la contextualización curricular buscada debe poner énfasis en educar para el ejercicio pleno de la responsabilidad, proponiendo contenidos y metodologías didácticas que estimulen no sólo el pensar instrumental sino también la sensibilidad estética y la reflexión crítica imprescindibles para una implicación activa como profesionales y como ciudadanos en el mundo de hoy.

Referencias

- Bettignies, H. (2014), “¿Podemos formar líderes responsables?”, *Revista Cultura Económica*, XXXII, 88.
- Buchanan, J. y Tullock, G. (1962), *The calculus of consent*. Michigan, University of Michigan Press. Feenberg A. (2012), *Transformar la tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes, Bernal.
- Francisco (2015), *Carta encíclica Laudato si’: Sobre el cuidado de la casa común*.
- Giuliano, H. G. (2016), *La ingeniería: una introducción analítica a la profesión*, Nueva Librería, Buenos Aires.
- Hardin, G. (1968), “The tragedy of the commons”, *Science*, 13.
- Horkheimer, M. (1973), *Crítica de la razón instrumental*, Editorial Sur, Buenos Aires.
- Johnston, S. (1996), “Engineering as captive discourse”, *Phil & Tech*, 1, (3-4).
- Lévinas, E. (1997), *Totalidad e infinito: ensayo sobre la exterioridad*, Ediciones Sígueme, Buenos Aires.
- Moler, E (2006), “Procesos de acreditación en las carreras de Ingeniería: ¿Mejoramiento en la calidad o adaptación a las normativas?”, *Serie Estudios*, 5, CONEAU, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Moriarty, G. (2000), “The place of engineering and the engineering of place”, *Techné*, 5, (2). Ortega y Gasset, J. (1977), *Meditación de la técnica*, Revista de Occidente, Madrid
- Parselis, M. (2016a), “El valor de las tecnologías entrañables”, *Revista CTS*, 11, (32).

- Parselis, M. (2016b), *Las tecnologías entrañables como marco para la evaluación tecnológica*. Universidad de Salamanca, disponible en breve en <http://gredos.usal.es>
- Quintanilla, M. A. (2009), “Tecnologías entrañables”, *Publico.es*, disponible en: <http://blogs.publico.es/delconsejoeditorial/351/tecnologias-entranables>. Consultado el 10 de noviembre de 2016.
- Resolución 1232/01, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina.
- Simondon, G. (2008), *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Prometeo, Buenos Aires.
- Zamagni, S. (2014), *Economía del don. Perspectivas para Latinoamérica*, en O. Groppa y C. Hoevel eds., Ciudad Nueva, Buenos Aires.