

**UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES**

**INSTITUTO DE DIRECCION Y ORGANIZACION DE EMPRESAS**

**CATEDRA DE POLITICA ECONOMICA DE LA EMPRESA**

**PROF. DR. SANTIAGO GARCIA ECHEVARRIA**

Working Papers: n° 121

Título: Ciencia, tecnología  
y formación universi-  
taria.

Autor: Prof. Dr. Horst Albach

Fecha: Octubre 1986.





Universidad de Alcalá de Henares  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Cátedra de Política Económica de la Empresa  
Alcalá de Henares-Madrid

Working Papers: n° 121

Título: Ciencia, tecnología  
y formación universi-  
taria.

Autor: Prof. Dr. Horst Albach

Fecha: Octubre 1986.

Secretaría de Redacción:  
Srta. Dolores Marcos  
Srta. Cristina Elorza



© Dr. Santiago García Echevarría

Se prohíbe la reproducción total o parcial por cualquier método del contenido de este trabajo sin previa autorización escrita. Se trata de trabajos de investigación internos de la Cátedra.

## Ciencia, tecnología y formación universitaria

Prof. Dr. Horst Albach <sup>1</sup> <sup>2</sup>

Universidad de Bonn.

### I. Introducción

1. Tchernobyl, significó un giro en muchos aspectos. Después del incidente, la demanda de contadores Geiger y de otros instrumentos de medida de la radiación aumentó de forma importante. Después del incidente, la protesta frente a las plantas de energía nuclear ha aumentado enormemente y, en verdad, irracionalmente.

La demanda de más tecnología, por un lado, y de menos tecnología, por otro lado, se enfrentan. Aumenta la hostilidad a la tecnología y, al propio tiempo, se refuerza la defensa de ésta para solucionar los problemas sociales, sobre todo, en el tercer mundo.

2. Los científicos no parecen ser capaces de ayudar en la solución de este debate, ni siquiera para dar una información sustancial de los hechos básicos. Apuntan, a los posibles peligros de una radiación incontrolada, por una parte y, por otra,

-----  
<sup>1</sup> Conferencia de Clausura de la Universidad de Verano de Guadalajara pronunciada el día 19 de septiembre de 1986.

<sup>2</sup> El texto original ha sido traducido por Santiago García Echevarría, Universidad de Alcalá de Henares.

a los peligros del aumento del contenido de dióxido de carbono en el aire. Los científicos saben evaluar los riesgos de la tecnología, pero no saben comunicar al público en general, sobre cómo elegir de forma racional entre los distintos riesgos del desarrollo técnico.

3. Los economistas están capacitados para analizar esta elección de alternativas. Pueden también analizar las referencias implícitas en toda decisión. Pero hay una fuerte resistencia en la opinión pública, en general, para discutir prioridades. Parece más fácil prohibir ciertas tecnologías y regular otras y, en caso necesario, como consecuencia de daños indeseados, introducir nuevas regulaciones.

## II. Análisis de las bases históricas

1. En el prefacio al primer volumen de la famosa Historia de la Tecnología de Oxford los editores dicen que están "convencidos del valor humano, dentro de nuestra civilización tecnológica, de una comprensión de métodos y de procedimientos, gracias a los cuales el hombre ha logrado una mejora gradual de su destino terrenal, merced al dominio de su entorno natural". Esta frase refleja claramente la actitud optimista frente a la tecnología que ha marcado el sentir público desde hace un siglo, al empezar la revolución industrial y que ha dominado el desarrollo de la civilización occidental, desde el Renacimiento.

2. Para Leonardo da Vinci, la anatomía del hombre, la construcción de maquinaria y las bellas artes parecen haber formado una unidad. Para su amigo Luca Paccioli parece haber sido natural al informar en su "Summa de Arithmetica" no sólo sobre el estado de la ciencia pura matemática, sino también del estado de la técnica aplicada de la doble contabilidad.

3. Sólo en el siglo XIX se aplicó el principio de la división del trabajo a la ciencia, a la tecnología y a la dirección de empresas.

Esta división del trabajo no sólo dominó la vida práctica, sino que también, dominó el sistema educativo. La educación universitaria se concentró en las artes liberales, y las universidades europeas parecían ser reacias a incorporar entre las disciplinas que enseñaban en sus facultades las ciencias aplicadas, tales como la ingeniería y dirección de empresas.

Por ello, las universidades tradicionales no respondían a la demanda de la sociedad, que esperaba un aumento de la riqueza material, merced al avance tecnológico y a la organización de la producción masiva. Así se fundaron institutos tecnológicos para formar ingenieros cualificados para la industria, y también institutos para la dirección, con el fin de preparar directivos para coordinar la producción en grandes masas y su distribución en los mercados.

La preparación para estos campos de estudio, clara e institucionalmente separados, se

realizó en distintos tipos de escuelas. Los estudiantes que querían asistir a la universidad, se preparaban en escuelas de formación general. Los interesados por la formación de ingeniero o empresario recibían su formación en escuelas profesionales.

4. El efecto inmediato de esta división de trabajo y de la preparación institucional de la formación para realizar las distintas funciones de la práctica, significó un aumento sin precedentes del bienestar económico en la sociedad. Los temores originarios frente a posibles riesgos de la máquina de vapor del tren, y del motor de combustión del automóvil, fueron sustituidos por la conciencia de que los riesgos técnicos eran inevitables, y habían de ser soportados para lograr los efectos beneficiosos de las nuevas tecnologías de la nueva era industrial.

5. Con el tiempo, la separación de las artes, de la ciencia, de la tecnología y de la dirección llevó al desarrollo de asociaciones profesionales que se identificaron con sus áreas profesionales. Estos grupos se independizaron cada vez más, crearon un idioma propio para los distintos grupos profesionales y crearon normas propias de comportamiento. Reforzaron la identificación de sus miembros con su profesión. Lo que llevó a que entre los diferentes grupos profesionales se debilitara y se dificultara el entendimiento entre sus miembros.

Los diversos grupos profesionales desarrollaron distintas normas de comportamiento y de

prioridades para las diferentes alternativas técnicas. No fue en las Universidades donde surgió la protesta contra la tecnología implantada en empresas que funcionaban en condiciones infrahumanas, ni tampoco surgió la oposición a la organización burocrática en las escuelas de comercio.

La oposición a la maquinaria se originó sorprendentemente en los centros de la revolución industrial. Birmingham y Glasglow, dentro de las subculturas generadas fuera de las universidades politécnicas. No hablo del marxismo, hablo de artistas. Los prerrafaelistas como Morris, Ruskin y Burne-Jones desarrollaron un tipo de arte que atacaba al desarrollo tecnológico de la era industrial.

La oposición a la organización burocrática se expresó principalmente entre los socialistas de cátedra en las universidades clásicas alemanas. Max Weber fue el más significativo de este grupo.

6. Estos grupos sociales se han independizado cada vez más en el transcurso del tiempo. Artistas, maestros de la educación general básica y clérigos protestantes son, en la sociedad actual, los grupos que representan el coro de la oposición frente a la tecnología, ya que la actividad industrial y los ingenieros son los protagonistas de la continuación del desarrollo tecnológico. Los intentos realizados por los directivos y por los profesores de la economía de la empresa para salvar el distanciamiento, no han tenido mucho éxito.

7. Sin embargo, no debemos olvidar que en las últimas décadas se ha realizado un esfuerzo para desarrollar una base común a los efectos de la discusión y diálogo entre los grupos sociales. LA VALORACION DE LA TECNOLOGIA es algo más que una metodología y que una herramienta para el análisis racional de los efectos, y de los posibles efectos secundarios, de los inventos técnicos, así como para el estudio de la influencia de los objetivos sociales sobre las tendencias tecnológicas. La valoración de la tecnología se impone con el objetivo de institucionalizar la discusión entre los distintos grupos de intereses dentro de una sociedad, así como en la administración pública, o en el propio gobierno.

Es indiscutible que la valoración tecnológica ha desarrollado un amplio campo de herramientas científicas y de conocimientos que han sido de gran ayuda en las discusiones entre los expertos. Por otro lado, no puede olvidarse que la Oficina para la Valoración Tecnológica en los Estados Unidos, y el Departamento para el Análisis de los Programas en el Gobierno Británico, han tenido un impacto limitado sobre las tendencias tecnológicas. El Instituto Internacional para la Dirección de la Tecnología en Milán, que ha dejado de existir poco tiempo después de iniciadas sus actividades, se había propuesto el objetivo de hacer comprensible entre los expertos en Europa la metodología de la valoración tecnológica, haciendo investigación en este campo. Asimismo el Instituto Internacional para la Aplicación del Análisis de Sistemas en Viena, no ha sido capaz de atraer de forma continua los medios financieros necesarios.



8. Hasta aquí hemos realizado un análisis de corto plazo. A largo plazo, el fracaso en el desarrollo de una lengua común entre la ciencia, la tecnología, la economía y la dirección política, han tenido efectos nocivos para nuestras sociedades. Las iniciativas ciudadanas, los movimientos de "partidos verdes" y otros grupos de activistas, han configurado un determinado esfuerzo para parar los avances tecnológicos en determinadas áreas, tales como armamento, energía nuclear, construcción de carreteras, procesos químicos, abonos artificiales, aviación supersónica, entre otros. Estos grupos reclamaban tecnología apropiada para el tercer mundo, así por ejemplo, fuentes energéticas suaves, gasolinas sin plomo, exigiendo reglas más rígidas para la responsabilidad del fabricante con el fin de ralentizar la tasa de innovación de productos.

Estos grupos sociales han sido cada vez más intolerantes frente a otras opiniones. La violencia es la práctica más usual, y la violación de las leyes es la norma aceptada por estos grupos en su esfuerzo por llamar la atención de la opinión pública, sobre los problemas que ellos consideran de mayor importancia.

### **III. Ciencia, Tecnología y Formación Universitaria del futuro**

1. Estoy convencido que aún no es tarde para realizar los esfuerzos necesarios para integrar las artes liberales, la ciencia, la tecnología y la dirección en Europa.

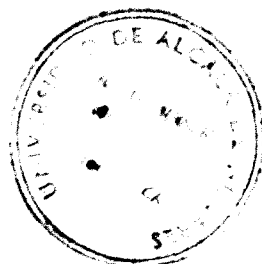
Por otro lado, es difícil imaginar que las universidades tradicionales en Europa puedan ser las instituciones responsables, en el sentido de que puedan volver a integrar las áreas funcionales que se han separado en el transcurso de aproximadamente un siglo.

2. Probablemente las instituciones europeas son poco flexibles para integrar y coordinar eficientemente las funciones sociales, económicas y técnicas. Para salvar la "euroesclerosis" de las instituciones europeas es necesaria una creciente presión de la competencia exterior.

La presión externa tiene que venir de aquellas áreas del mundo que poseen una diferente tradición por lo que respecta a la evaluación de la tecnología y de la formación para la industria. Sin entrar en detalles, sería correcto señalar que el Japón, en el proceso de integración de la tecnología occidental y de la cultura oriental, ha desarrollado tres características que han contribuido a que no existan en este país corrientes contrarias a la tecnología.

Estas tres características son las siguientes :

**Primera :** No existe ninguna separación entre la educación general y la profesional. Todo absolvente de un centro de formación, licenciado UNIVERSITARIO o GRADUADO técnico, tiene que comenzar en la empresa desde abajo.



**Segunda** : Siempre ha existido una gran capacidad para integrar tecnología y arte. La sociedad japonesa concede un gran valor a la estética de la tecnología.

**Tercera** : Los japoneses viven en un entorno ecológicamente muy sensible. El japonés está incorporado como parte de un todo, junto con la naturaleza y con el hombre, lo que define el alma japonesa. Este es el motivo por el que el japonés reacciona de forma muy sensible a la rotura de este equilibrio.

5. Japón se está preparando de forma muy consciente para el siglo veintiuno. Los factores económicos claves serán :

- costes elevados de energía
- costes elevados de transporte
- costes elevados de producción para materiales pesados.

Los elevados costes energéticos estimularán las tendencias tecnológicas, buscando productos que impliquen ahorro energético y la conservación de la energía en los procesos de producción. Los bienes y servicios, con unos elevados contenidos de información, sustituirán a los productos de producción en grandes masas.

Los elevados costes de transporte afectarán a los productos a granel de forma más seria que a los productos con un elevado valor añadido.

Los elevados costes de transportes obligarán a una mayor descentralización de la industria, lo que conducirá a una mayor dispersión de la industria y al desarrollo de empresas de tamaño medio y pequeño, que contribuirán al crecimiento de las tasas del producto interior bruto.

Los elevados costes de producción para materiales pesados, se transformarán en miniaturización del producto, en la introducción de nuevos materiales, tales como cerámica y minerales raros, y los servicios constituirán una parte importante de la composición del producto interior bruto.

Puesto que los costes de transporte de la información son prácticamente cero, se tenderá a la telecomunicación a través del mundo. Las redes de información requerirán una perspectiva tecnológica global.

Los japoneses han intentado definir estas tendencias en una sola palabra. Denominan a este desarrollo con el término "sociedad softnómica", concepto que proviene de dos palabras : software y economía.

4. En mi opinión, esta visión de la sociedad softnómica nos ayuda a identificar una nueva aproximación para entender la relación entre ciencia, tecnología y objetivos humanos, al objeto de definir el papel de la formación universitaria en esta cambiante realidad.

Las ciencias de la información incrementarán su importancia. La investigación básica en este campo está realizando grandes avances. El

estudio de los sistemas de procesamiento informático en la biología y de la inteligencia humana, en la psicología, han dado pasos significativos en los últimos años. La simulación, vía computadores, de tales procesos, ha encontrado una amplia aceptación en la ciencia. La construcción de sistemas de información y comunicación ha significado un campo más amplio para los ingenieros. La gestión de sistemas complejos de información, en base a flujos de información a nivel mundial, es un campo de mayor responsabilidad para los directivos.

Las empresas de los medios de comunicación y la industria de la comunicación han experimentado el crecimiento más llamativo en los últimos años, incluyendo la industria de los ordenadores y los fabricantes de equipos de oficina, que son las que representan las tasas más elevadas de progreso tecnológico.

5. El desarrollo tecnológico en esta dirección exige un planteamiento en sistemas. Las tendencias futuras de la tecnología no pueden seguir constituyendo desarrollos separados. Los nuevos sistemas tecnológicos, particularmente en la industria de la comunicación, exigen combinaciones óptimas de la electrónica, de las fibras ópticas, de la mecánica, de la ciencia de los ordenadores, de la bioquímica y de otros campos de la tecnología. La dirección o gestión de tales desarrollos exige la convergencia de diferentes conocimientos técnicos y científicos estimulando la discusión y haciendo posible su comprensión. Lo que requiere una nueva organización que hace saltar las barreras tradicionales entre las disciplinas.

6. La formación universitaria, debe cumplir un papel diferente en esta nueva relación entre ciencia, tecnología y dirección. Sería suficiente con indicar aquí dos ejemplos de desarrollos potenciales en este campo.

7. El primer ejemplo es la Academia de Ciencia y Tecnología de Berlín, que será creada el próximo año. Será una Academia radicalmente diferente de las academias tradicionales. Trabajarán sobre grandes problemas societarios, preferiblemente antes de que estos problemas constituyan el foco de discusión pública, y antes de que requieran intervención política. El trabajo sobre estos problemas tiene que realizarse necesariamente por grupos de trabajo interdisciplinarios. Es posible que la mayor contribución de esta Academia no se encuentre en las soluciones presentadas a los problemas, sino en la experiencia ganada acerca del desarrollo metodológico para dirigir grupos interdisciplinarios altamente complejos, y en la capacidad de comunicación de los resultados parciales obtenidos en una disciplina convenciendo a las otras disciplinas representadas en el grupo de trabajo.

Sería interesante citar algunos problemas que deben ser tratados en tales grupos interdisciplinarios. Los problemas que deben ser analizados por la Academia son :

- automatización, el puesto de trabajo y la sociedad del futuro
- aspectos tecnológicos, ambientales y económicos de largo alcance en el suministro energético

- posibilidades y límites de la cirugía genética en el hombre
- condiciones sociales, económicas y de la medicina para combatir con éxito el abuso de la droga
- innovación como consecuencia de las relaciones interculturales
- protección ambiental y conservación de monumentos y, finalmente,
- consecuencias del crecimiento de la población no cristiana en sociedades predominantemente cristianas.

Es importante señalar que todos estos problemas ocupan un lugar preferente en los problemas de la sociedad. Su solución, sin embargo, exige aportaciones de diferentes ciencias, de la tecnología, de la economía y desde la perspectiva política. La tecnología no se contempla ya como una disciplina aislada, que sigue sus propias leyes, sino que es parte de un sistema social complejo.

8. El siguiente ejemplo es la Universidad de Coblencia para la Formación de Directivos. La orientación tecnológica constituye el objetivo más importante de este centro universitario privado de dirección empresarial. Los directivos del futuro tienen que comprender las interdependencias entre hardware, software y sistemas de información y organización empresarial. Los aspectos tecnológicos de las redes de comunicación, de los ordenadores, y de los equipos de oficina, jugarán un papel central en el éxito de la dirección de las empresas. Este centro universitario dedicará una parte considerable del curriculum para hacer comprender,

tanto los aspectos tecnológicos como los aspectos económicos de la información y de la tecnología de la comunicación.

La planificación estratégica crea el entramado para la investigación y desarrollo tecnológico en la innovación de los productos y en la fabricación de los mismos. La planificación estratégica implica no sólo el desarrollo de las estrategias propiamente dichas, sino también la evaluación y dominio del riesgo tecnológico. El análisis simultáneo de mercados y de sistemas de producción, sobre la base metodológica del análisis de portafolio, constituye una herramienta muy potente para la formación, ya que permite a los estudiantes comprender las oportunidades de la innovación tecnológica y enseñarles cómo ponderar los riesgos inherentes.

Coblenza depositó un gran énfasis en la planificación estratégica de la empresa en el transcurso del estudio. Los métodos de pronóstico tecnológico son tratados de forma muy amplia. La curva de aprendizaje y la curva de experiencia son conceptos estudiados en base de casos prácticos. Los avances más recientes en tecnología de producción, particularmente en los sistemas de producción flexible, son tratados de forma muy amplia por su impacto estratégico en la empresa. Los sistemas de producción flexibles poseen un impacto importante sobre la organización de los flujos de producción y sobre la organización de las empresas como institución. Estos sistemas de producción



flexibles son un ejemplo importante en el curriculum del centro de Coblenza, al integrar en la dirección de la empresa la perspectiva técnica, económica y humana.

Estos aspectos de curriculum de Coblenza son suficientes para destacar mi punto de vista, de que la formación en las escuelas básicas, en las universidades, tiene que integrar ciencia, tecnología y dirección. Esto es muy importante para vencer la actual hostilidad contra la tecnología y reconciliar las necesidades del entorno con las demandas de un incremento del bienestar material, y para configurar condiciones de vida en una sociedad moderna.

#### IV. Conclusión

Permítanme terminar con la historia de un campesino chino. Durante muchos años buscó agua de un pozo con un balde y la transportó doscientos metros hasta su casa. Sus antepasados también lo hicieron. Un experto gubernamental, un joven ingeniero hidráulico, propuso la construcción de una bomba de aguay una conducción desde el pozo hasta la casa. El campesino objetó citando a Confucio : "El que utiliza un instrumento astuto también convertirá su corazón en astucia".

Esta historia, en pocas palabras, contiene mi mensaje: "Si somos capaces de reintegrar ciencia, tecnología y dirección en la formación universitaria nuestros licenciados habrán aprendido a asumir un planteamiento responsable de los problemas del desarrollo tecnológico, con la cabeza fría y un corazón satisfecho".

Muchas gracias por su atención.

