



HAL
open science

Modelos de cambio científico tecnológico

Virginia Ferro

► **To cite this version:**

| Virginia Ferro. Modelos de cambio científico tecnológico. 2012. hal-00686310

HAL Id: hal-00686310

<https://hal.science/hal-00686310>

Preprint submitted on 9 Apr 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Título: Modelos de cambio científico tecnológico

María Virginia Elisa Ferroⁱ

Palabras clave: progreso, cambio científico - tecnológico.

Introducción:

Las obras de Thomas S. Kuhn "La Estructura de las Revoluciones Científicas", y de Larry Laudan "El Progreso y sus Problemas", analizan el problema del cambio en ciencia. En el ámbito de la tecnología, a partir de los modelos anteriores, han surgido propuestas que enfrentan explicaciones del cambio desde un punto de vista interno o cognoscitivo, y también desde una perspectiva externa. El primer caso es el de Rachel Laudan en "La Naturaleza del Conocimiento Tecnológico", el segundo es el de Ester Boserup en "Población y Cambio tecnológico". En ambos casos las nociones de "comunidad científica" y "tradiciones de investigación", como las de "comunidad de practicantes" y "áreas tecnológicas", juegan un rol fundamental.

En este trabajo, se analiza en primera instancia el modelo de cambio científico propuesto por Larry Laudan, en segundo lugar, los modelos de cambio tecnológico de Rachel Laudan y Ester Boserup, y finalmente se confrontan los enfoques de los últimos.

De ésta forma se buscan respuestas a los siguientes interrogantes:

- 1- ¿Podemos extrapolar los modelos de cambio científico y sus argumentos a los de cambio tecnológico?
- 2- Cuando en nuestros estudios utilizamos los términos tecnología y progreso tecnológico: ¿Podemos caracterizarlos en forma definitiva?
- 3- ¿Somos conscientes de las perspectivas y criterios con que basamos nuestras investigaciones sobre el tema?

El planteo inicial: Modelo de cambio científico

Larry Laudan: Tradiciones de Investigación en Ciencia.

Larry Laudan en su obra "El Progreso y sus Problemas", utiliza como nudo central de su postura la idea de "tradiciones de investigación", apoyándose en la Historia. A estas las define como:

"...conjunto de supuestos generales acerca de las entidades y procesos de un ámbito de estudio, y acerca de los métodos apropiados que deben ser utilizados para investigar los problemas y construir las teorías del dominio". (Laudan. 1986. Pág. 116).

Lo que caracteriza a las tradiciones de investigación es:

- a) Las teorías que la componen y las ejemplifican.
- b) Los compromisos de tipo metafísico y metodológico que las diferencia. Son vistos como partes integrantes de un todo, es decir: como conjunto.
- c) Se desarrollan en un período histórico determinado, y pueden presentar formulaciones alternativas, hasta contradictorias en su interior.
- d) Cumplen con una función esencial: actúan como "directrices para el desarrollo de las teorías que componen la tradición".
- e) Tienen una ontología propia que constituyen las entidades del dominio de la tradición.

La postura epistemológica de Larry Laudan se asemeja a la de Kuhn, así el concepto de "tradiciones de investigación", se acerca al de "comunidad científica" en los siguientes aspectos:

- 1- Kuhn y Laudan enfocan internamente el desarrollo de la actividad científica.
- 2- Ambos reconocen compromisos comunes del grupo, que hacen a la identidad o integridad del mismo.
- 3- Ambos se ocupan de la educación y formas de transmisión de conocimientos, ligados ya sea a "ejemplares" o "directrices".
- 4- La actividad científica sirve para la "resolución de enigmas", o de "problemas empíricos o teóricos"
- 5- Pero se diferencian en: el progreso en ciencia es visto por Kuhn como no acumulativo y que se desarrolla específicamente dentro de los períodos de ciencia normal, en Laudan el progreso es acumulativo, y se desarrolla secuencialmente dentro de las tradiciones de investigación.

Dos modelos de cambio tecnológico

Rachel Laudan: El modelo de cambio cognoscitivo

Rachel Laudan, tomando como referencia a Thomas Kuhn y Larry Laudan, aplica conceptos de ambos para explicar el cambio cognoscitivo en tecnología como análogo al científico.

Define a las comunidades de practicantes en tecnología, como una colección de individuos que la generan y la producen.

Retomando la importancia de la transmisión de conocimientos incluye dentro de las comunidades tecnológicas a laboratorios y escuelas. Coherente con su modelo de "cambio cognoscitivo", de Larry Laudan, aplica las ideas de tradiciones de investigación que engloban a las comunidades de practicantes y la resolución de problemas como actividad central a la que se hallan abocados los miembros de las mismas.

No especifica, en cambio, la cantidad de personas que podrían tener las comunidades. Afirma que han existido tradiciones de investigación que se han caracterizado por poseer una comunidad de practicantes, y que estas han contado con métodos e instrumentos que le son propios.

Con Larry Laudan, su propuesta tiene los siguientes elementos comunes:

- 1- En "El Progreso y sus Problemas", las tradiciones de investigación científica son integradas alrededor de un conjunto de afirmaciones y negaciones metodológicas y ontológicas. Lo que se corresponde con los métodos e instrumentos que comparten los miembros de una tradición tecnológica.
- 2- Ambos utilizan un criterio histórico y sincrónico para ubicar el proceso de cambio entre tradiciones. El progreso es visto como acumulativo, conmensurable: a nivel tecnológico implica la coexistencia y la continuidad de tradiciones.
- 3- En los dos, la perspectiva se centra en el cambio cognoscitivo, interno al desarrollo de la actividad científica o tecnológica, pero no dejan de lado la resolución de problemas a nivel externo a las mismas, o las influencias de la visión del mundo y que influyen en los sistemas tecnológicos.

Así como la comunidad científica en Kuhn se asocia a una perspectiva sociológica, la definición de comunidad de practicantes en Rachel Laudan tiene un claro **sentido lógico** y las tradiciones de investigación de Larry Laudan comparten con la biología la idea de "nicho ecológico" aplicado a "nicho cognoscitivo".

La importancia que da Rachel Laudan a la transmisión de conocimientos, es coherente con su modelo de **cambio cognoscitivo**; dentro de este marco el conocimiento tecnológico es pasado de padre a hijo, de maestro a aprendiz, y de ingeniero a estudiante, aplicando un criterio **cronológico-sincrónico** que puede ser testado a lo largo de toda la historia.

La coexistencia de tradiciones y comunidades de practicantes rompe con el modelo kuhniano; el suyo se enmarca así dentro de una **perspectiva naturalista**, como también es la de Larry Laudan.

El cambio tecnológico en Rachel Laudan se desenvuelve a lo largo de un proceso sucesivo pero no necesariamente lineal: de ahí la **coexistencia o la recombinación** de conocimientos en el paso de las tecnologías individuales a las complejas y finalmente a los sistemas tecnológicos.

Establece al respecto, que pueden darse casos en que simplemente se combinen tecnologías individuales que forman parte de las complejas, y no necesariamente la introducción de una nueva tecnología puede provocar un cambio radical dentro de la compleja. El paso de estas a un sistema tecnológico, implicaría la integración entre complejas, y una organización tecnológica coincidente con la visión del mundo en un período histórico determinado.

Finalmente, las tradiciones o las comunidades de practicantes, centran su atención en la resolución de problemas como:

- 1- Provenientes del medio y que no pueden ser resueltos por la tecnología existente; en términos kuhnianos: "enigmas".
- 2- Relacionados con la demanda o aplicados a nuevas situaciones, llamados por Laudan "fracaso funcional de tecnologías corrientes", en términos kuhnianos: "anomalías".
- 3- Generados por extrapolación a partir de sucesos tecnológicos pasados o acumulativos mejorados; en términos de Larry Laudan "problemas cognoscitivos no resueltos".
- 4- Discrepancias entre tecnologías dentro de un determinado período y que son percibidos como problemas tecnológicos, en términos de Larry Laudan: "influencia de la visión del mundo".

Ester Boserup: Areas tecnológicas, una propuesta alternativa:

En el punto anterior observábamos cómo Rachel Laudan aplicaba los términos "comunidad de practicantes" y "tradiciones de investigación" al proceso de cambio tecnológico desde el punto de vista cognoscitivo.

Ester Boserup coincide con los modelos de Larry y Rachel Laudan en los siguientes aspectos:

a) Toma como referencia la perspectiva histórica:

"La Historia de la humanidad puede verse como una larga serie de cambios tecnológicos. Entre los más cruciales citaremos el descubrimiento de la utilidad del fuego hace por lo menos 350 milenios, el inicio de la producción de alimentos hace más de diez milenios, la construcción de los centros urbanos hace más de cinco milenios, la invención de la industria mecanizada a gran escala hace unos cuantos siglos, y la invención de la energía nuclear hace pocas décadas". (Boserup. 1984. Pág. 13).

b) La actividad central de quienes producen o generan tecnologías dirigida a la resolución de problemas concretos:

"Algunos de estos descubrimientos fueron fruto de la casualidad, otros se lograron tras siglos de especulación y de experimentos dirigidos a la resolución de problemas concretos". (Boserup. 1984. Pág. 13).

c) Confiere igualmente importancia a la transmisión de conocimientos en tecnología:

"Si queremos estudiar las causas de los cambios tecnológicos en diversos períodos y partes del mundo es más importante fijarse en las condiciones de transmisión técnicas que en las condiciones para la aparición de la invención". (Boserup. 1984. Pág. 14).

d) Su modelo contempla también la idea de progreso sucesivo, acumulativo en tecnología y coexistencia de tradiciones tecnológicas a la manera de Rachel Laudan:

"Huelga decir que no existe una separación clara entre un nuevo hallazgo y la adopción tecnológica de una técnica existente a una situación nueva. La distinción entre descubrimiento y transmisión de tecnología se hace borrosa si utilizamos una definición de los descubrimientos bastante amplia como para abarcar ligeras adaptaciones de tecnologías conocidas". (Boserup. 1984. Pág. 14)

e) La relación entre ciencia y tecnología, en ambos modelos se ve estructurado analógicamente:

"Así, hay un vínculo entre la motivación para la invención y la envergadura de esta. Semejante vínculo existía incluso antes de la época de la investigación científica organizada". (Boserup. 1984. Pág. 15).

La cita mencionada da pie para estimar en su propuesta, cierta forma de organización comunitaria alrededor del proceso de cambio tecnológico. No se refiere directamente a esto, pero menciona que en el Siglo XX casi todos los inventos son resultados de investigaciones organizadas.

Puntos de divergencia entre los modelos de Rachel Laudan y Ester Boserup:

En el primer caso, el cambio tecnológico se ubica a nivel cognoscitivo de las tradiciones de investigación y comunidades de practicantes, por ende, es **interno**.

En Ester Boserup el cambio tecnológico es **inducido desde fuera**, por la demanda, el costo o específicamente es determinado por los cambios demográficos.

En Laudan prima la perspectiva cronológica para enfocar los niveles de conocimiento tecnológico.

Boserup ubica su enfoque en las **diferencias regionales** de niveles tecnológicos, de ahí que su propuesta se centre no en comunidades de practicantes reducidas, sino más bien en la **relación densidad de población - espacio geográfico** que presentan niveles tecnológicos diferentes.

Las **áreas tecnológicas** pueden agruparse taxonómicamente en tres categorías según sean sus niveles tecnológicos: alto, mediano o bajo. Dentro de un área tecnológica, se agrupan una serie de países. Las áreas o los países dentro de las mismas pueden históricamente "variar" de nivel.

Los indicadores que emplea para tal escala provienen de la ONU: *Developing Countries and Level of Development*: E-AC, 54-L 81, anexo II. New York. 1970. A partir de estos indicadores contemporáneos, los extrapola hacia el pasado; tales indicadores son:

- 1- Consumo de Energía: representando niveles tecnológicos en la producción, la construcción y el transporte.
- 2- Comunicaciones
- 3- Promedio de esperanza de vida: representando tecnología en salud y cantidad de alimentos
- 4- Alfabetización: representando los niveles de habilidades y destreza.

Estos indicadores implican a quien produce y a quien consume tecnología (sistema tecnológico diferente al desarrollado por Rachel Laudan). Lo que para Rachel Laudan es cambio cognoscitivo, centrado en la comunidad de practicantes dentro de una tradición tecnológica, se corresponde con la transferencia de tecnología de Boserup, centrada en la población dentro de un área geográfica determinada.

Confrontación de dos enfoques en tecnología:

Rachel Laudan en "La Naturaleza del Conocimiento Tecnológico", nos ofrece una perspectiva interna para estudiar el cambio y las comunidades en tecnología. Ester Boserup en "Población y Cambio Tecnológico", nos brinda aparentemente una perspectiva externa, centrada en la relación población/ cambio tecnológico. Ambas posturas tienen su punto de apoyo en la Historia. En el primer caso los ejemplos utilizados para justificar el modelo de cambio cognoscitivo provienen de la Historia de la Tecnología; en el segundo caso, se nutren de la Historia Económica.

Laudan establece en la introducción de su obra:

"La disciplina que ha hecho probablemente más para penetrar en la caja negra en años recientes estudiando el desarrollo interno de la tecnología es la Historia. Historiadores de la tecnología y ciertamente historiadores económicos han logrado cuidadosos y detallados estudios sobre la génesis e impacto de las

innovaciones tecnológicas y la estructura de los sistemas asociados con estas innovaciones". (Laudan. 1984. Pág. 1).

Vemos aquí que Laudan reconoce explícitamente los aportes provenientes del campo de la Historia. De ahí que tenga buenas razones para tomarlo como base en el desarrollo de su modelo de cambio tecnológico. Esto se observa en el énfasis puesto en la estructura sincrónica del conocimiento tecnológico: **Tecnologías Individuales - Complejos Tecnológicos - Sistemas Tecnológicos**, como también en la dimensión histórica en tecnología (tradiciones de investigación).

Laudan en su modelo se refiere al origen de las innovaciones tecnológicas, concentrándose en la actividad desarrollada por comunidades de practicantes en el marco de la resolución de problemas concretos. En cambio, el impacto de las innovaciones tecnológicas y la estructura de los sistemas asociados a dichas innovaciones, no son tratadas por la autora. Esto lleva a que el cambio interno planteado en términos cognoscitivos sea limitado, al carecer precisamente de un destinatario, que por lado parece no participar del cambio tecnológico, y por otro, no parece estar incluido dentro de la estructura asociada a las innovaciones que surgen de la "estructura cognoscitiva de la tecnología" en cada una de sus faces.

El modelo y sus fundamentos teóricos, presentan una serie de contradicciones centradas en la ambigüedad de sus críticas con respecto al tipo de perspectiva externa desarrollada en otros modelos de cambio tecnológico. Una de ellas, es que ofrecen una perspectiva externa, mientras que la Historia juega un rol importante para entender ya sea a corto o largo plazo las pautas internas del desarrollo tecnológico.

No estamos de acuerdo con Laudan. Por un lado, hemos visto en la primera parte del trabajo la preocupación de Boserup por las condiciones de transmisión tecnológica, o entre los indicadores que utiliza para hablar de niveles de áreas tecnológicas, observamos la alfabetización. Lo que no excluye una perspectiva cognoscitiva en su modelo. Por otro, en ambos casos, el de Laudan y el de Boserup, se incluyen ejemplificaciones en el orden ontológico.

- Para Laudan: complejo madera - viento - agua
- Para Boserup: fuego - fuerza de tiro animal - fuerza hidráulica
- Criterio en ambos: fuentes de energía.

Al mismo tiempo, el modelo "externo" de Boserup no enfoca a la tecnología como elemento perisférico, más bien es una de las dos variables principales sobre las que se estructura su trabajo. Estas variables aparecen circunscriptas dentro de la idea de sistema económico. Su modelo al contemplar factores que juegan diferentes roles dentro del sistema, nos ofrece una perspectiva más abarcadora que la de Laudan.

Volviendo a la crítica de Rachel Laudan, expuesta con anterioridad, nos resulta difícil comprender a qué se refiere cuando habla de "pautas internas del desarrollo tecnológico", entendidos por la Historia. Para explicitarlas deberíamos previamente demarcar qué entra en la esfera externa de influencia de la Tecnología. En definitiva: ¿Pautas internas respecto a qué? El hecho de que exista un marco de referencia donde poder contraponer lo externo de lo interno no se ve muy claro en la propuesta de Laudan.

En segundo lugar: ¿Cómo podríamos evaluar el peso de lo interno con respecto a lo externo?

Más allá de lo planteado hasta el momento, la Historia se ocupa de enfocar procesos dentro del contexto de descubrimiento. Creemos que los aportes que ésta ha hecho al estudio de la tecnología se basan en:

- 1- El establecimiento de criterios cronológicos en el surgimiento y la adopción de tecnologías.
- 2- En la interpretación de los restos provenientes del pasado otorgándoles el *status* de objetos tecnológicos

Hasta este punto, la Historia ha procedido de acuerdo con un enfoque más bien externo que interno.

Otra de las críticas de Rachel Laudan sobre los modelos aparentemente externos, dice que los estudios provenientes del campo económico se ocupan de los efectos de la tecnología sobre la economía, lo que convierte su postura más bien en un análisis de cambio económico más que tecnológico. Estos se basan preferentemente en términos de oferta - demanda, en la relación entre invenciones e innovaciones, o en el cambio económico mensurable por el aumento de productividad.

Con respecto a esto nosotros pensamos que el hecho de que los economistas utilicen términos como oferta - demanda, no es casual ya que juegan un rol importante dentro de todo sistema económico (que Boserup tiene en cuenta, sobre todo en el momento de seleccionar indicadores de los niveles tecnológicos, o de ubicar ejemplos dentro de áreas tecnológicas).

La idea que subyace a los términos oferta - demanda es la existencia de mercados (lugares de intercambio), donde se encuentran productores y productos (bienes primarios, secundarios y terciarios); y por otro lado, consumidores (con poder de compra). Trasladado lo expuesto al modelo de Laudan: la oferta está presente (generadores de conocimientos tecnológicos nucleados en torno a comunidades y tradiciones de investigación), pero al ser interna su propuesta faltan los consumidores o demandantes de los resultados de dicho proceso cognoscitivo. También la inexistencia de mercados nos lleva a preguntarnos ¿A quién va dirigido el progreso tecnológico generado por las comunidades?, y lo que es más importante ¿Ante quien se responsabiliza la comunidad de practicantes?.

Conclusión:

Es evidente la extrapolación de términos provenientes de los modelos de cambio científico a los de cambio tecnológico.

En el caso de los modelos de cambio tecnológico, faltan mayores precisiones respecto de términos tales como: tecnología, técnica, comunidades o tradición. La carencia de caracterizaciones claras muestran la falta de consenso o la necesidad de nuevos estudios dentro de esta área que arrojen mayor claridad al respecto.

Si nos inclinamos por una visión sistémica en tecnología, deberíamos tener en cuenta no sólo comunidades de practicantes que generan conocimientos (incluyendo métodos apropiados para investigar), además de productos obtenidos (instrumentos para producirlos y finales del proceso tecnológico), sino también a la sociedad global a quienes se destina tanto los resultados del conocimiento tecnológico como su ontología. Creemos que la propuesta alternativa de Boserup, al utilizar como variable la población, generaliza la esfera real de influencia de la tecnología.

Además sostenemos que por la trascendencia de la tecnología en la actualidad, es limitada una visión centrada solamente en comunidades de practicantes, cuando están en juego cuestiones externas a ella: en primera instancia la aplicación de un nuevo producto tecnológico se hace directamente sobre la sociedad en general.

Creemos que un enfoque en el que se complementen ambos modelos sería más fructífero para entender cómo se produce y quiénes participan del progreso tecnológico.

Destacamos como lo más original de los dos modelos:

De Rachel Laudan, su intento de valorización del aspecto cognoscitivo.

De Ester Boserup, su visión invertida del tradicional modelo económico neo-malthusiano, centrado en la relación población sobre tecnología no limitado solamente al período entre los siglos XVIII - XX.

Referencias bibliográficas:

Boserup, Ester: Población y Cambio Tecnológico. Editorial Crítica. Barcelona. 1984.

Laudan, Larry: El Progreso y sus Problemas. Hacia una Teoría del Conocimiento Científico. Ediciones Encuentro. Madrid. 1986.

Laudan Rachel: La Naturaleza del Conocimiento Tecnológico. Reidel Published Co. EEUU. 1984.

ⁱ *Magíster en Epistemología y Metodología Científica. Docente e investigadora dependiente del Departamento de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales; Departamento de Educación Inicial. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina.*