



Convergencia. Revista de Ciencias Sociales
ISSN: 1405-1435
revistaconvergencia@yahoo.com.mx
Universidad Autónoma del Estado de México
México

Arellano Hernández, Antonio; Ortega Ponce, Claudia; Martínez Miranda, Rubén
¿Es Global o Local la Investigación? La Proliferación Situada de Polímeros, Transgénicos y
Colectivos
Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, vol. 11, núm. 35, mayo-agosto, 2004, pp. 133-169
Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10503506>

- [Cómo citar el artículo](#)
- [Número completo](#)
- [Más información del artículo](#)
- [Página de la revista en redalyc.org](#)



Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

¿Es Global o Local la Investigación? La Proliferación Situada de Polímeros, Transgénicos y Colectivos

Antonio Arellano Hernández
Claudia Ortega Ponce

Universidad Autónoma del Estado de México

Rubén Martínez Miranda

Universidad Autónoma de Querétaro

Resumen: El presente artículo presenta la construcción sociotécnica de dos experiencias de investigación: polímeros cerámicos y papas transgénicas. Ambas tienen por objeto constituirse en una alternativa de análisis a los estudios que resaltan el papel fundamental de la tecnología en la explicación de la globalización. El trabajo muestra dos etnografías de laboratorio. En el caso de los polímeros se muestra cómo la construcción de un saber local se expande internacionalmente; en el segundo, las papas transgénicas, siendo un saber que ha comenzado a ser conocido mundialmente, es necesario situarlo localmente en su proceso de investigación.

Palabras clave: Globalización, tecnociencia, redes sociotécnicas, biotecnología, vegetal, polímeros, innovación.

Abstract: *The present article shows the socio-technical construction of two research experiences: ceramic polymers and transgenic potatoes. Both of them pretend to constitute themselves as an alternative of analysis to the studies that highlight the fundamental role of the technology in the explanation of the globalisation. This text shows two ethnographies of laboratory. In the case of the polymers, it is showed how the construction of a local knowledge is internationally expanded; in the second case, the transgenic potatoes being a knowledge that it has begun to be known all over the world, it is necessary to situate it locally in its process of research.*

Key words: *Globalization, techno science, socio-techic networks, vegetal, biotechnology, polymers, innovation*

Introducción

Convencionalmente, los estudiosos de la *Globalización* se refieren a ella como una entidad con vida propia que encuentra en los actores sociales la vía de su concreción. Según esto, la idea de la globalización logra imponerse por la fuerza intrínseca que la contiene y afecta todos los ámbitos de la realidad social e individual.

Frente a la abundante explicación teórica sobre los efectos de la globalización y el contrastante escaso nivel explicativo de los sustentos teóricos y analíticos de esta situación llamada globalización, en este trabajo nos proponemos explorar, partiendo de los resultados de dos etnografías de la tecnociencia, una explicación de los fenómenos mundiales y locales que nos permita mostrar cómo en los procesos de investigación tecnocientífica, los investigadores logran una serie de asociaciones que involucran a entidades derivadas de la física de los materiales y de la naturaleza del genoma de la papa con nuevos colectivos humanos; y que esta proliferación de asociaciones tiene como correlación la amplificación de relaciones sicionaturales.

A través de estos dos casos trataremos de explicar la serie de acciones que los actores desplegaron para lograr construir redes de objetos y relaciones sociales, con el fin de desarrollar innovaciones: en un caso, se trata de un polímero cerámico anticorrosivo capaz de agregarse como innovación en diferentes artefactos de uso generalizado. En el otro se intenta hacer realidad la siembra comercial de papa proveniente de semilla transgénica resistente a virus X e Y mediante el uso de la ingeniería genética.

Los estudios sobre la globalización

En las últimas décadas, la globalización ha sido uno de los temas más recurrentes de las ciencias sociales. El constante empleo del término ha engendrado un corpus polisémico complejo que lo ha vuelto problemático en sí mismo, pues se pretende explicar casi cualquier fenómeno contemporáneo con este concepto pero, paradójicamente, su capacidad explicativa parece haberse extraviado.

El análisis del espectro de temas asociados a las diversas nociones sobre globalización requeriría una investigación particular y ello escapa a nuestro objetivo actual, por lo que nos introduciremos en las discusiones sobre globalización en la medida en que éstas se relacionan, de alguna manera, con la explicación del papel que juega la construcción tecnocientífica en el mundo contemporáneo.

De este modo, nuestro interés se centra en rescatar brevemente algunas discusiones que se vinculan con el tema de la construcción de relaciones sociales en un mundo mediado por elaboraciones tecnológicas, a través de tres tareas: dar cuenta de la amplitud y contradicciones conceptuales que se evocan sobre la globalización en

general, abordar la epistemología asociada a la elaboración de conocimientos sobre globalización y, finalmente, acercarnos a ciertas consideraciones relacionadas con la expansión de relaciones sociotécnicas y su relación con la investigación tecnocientífica.

La amplitud y contradicciones conceptuales sobre la globalización

Una de las primeras cosas que llama la atención de la literatura sobre la globalización es que los autores no concilian los ámbitos de expresión. Algunos consideran que es la manifestación contemporánea del capitalismo (Bressan, 1999), para otros, la globalización abarca no sólo la esfera económica sino también las cuestiones sociopolíticas y culturales (Martins, 1999) y, ambientales, agregaría Giddens (Giddens, 1996: 13).

No se acierta a definirla termodinámicamente, para algunos se trata de un proceso neguentrópico de reorganización y de construcción social y política, que se genera en una relación de fuerzas y conflictos, las cuales responden tanto a las particularidades locales como a las dinámicas nacionales, regionales e internacionales (Lungo, 1999). En cambio, para otros, como Lash y Urry (1998), Harvey (1991), Featherstone y Lash (1995) se trata del capitalismo desorganizado, caracterizado por “una creciente ‘desterritorialización’ de las decisiones económicas y políticas y una fragmentación económica, social y cultural, a nivel de diferentes actores locales” (Veiga, 1999). No podían faltar las explicaciones que incluyeran ambos fenómenos; así, la globalización también ha sido definida como la intensificación de relaciones sociales a escala transnacional que vinculan localidades distantes (Giddens, 1996), movilizándolo y transfiriendo las pautas, recursos y condiciones entre distintos sitios del mundo (Versan, 1999) que sustentan y aseguran la vigencia del sistema; mientras que como un movimiento totalmente inverso emergen los procesos de descentralización y conformación de nuevos espacios socio-territoriales: unión de países, entes intercomunales, regiones virtuales, red de ciudades, etcétera (Versan, 1999).

La significación de los términos internacionalización y globalización no han llegado a estabilizarse. Para unos, la idea de globalización debe ser entendida como una nueva fase de la internacionalización de los mercados, que pone en dependencia recíproca a las firmas y las naciones, en grados absolutamente desconocidos en el pasado (Coriat, 1994; Cox, 1994; Amin y Thrift,

1994).¹ Inversamente, Canales considera que la globalización alude a la reconstrucción espacio-temporal y no sólo a la internacionalización de la economía (Canales, 1999). Por su parte, Beate insiste en que la internacionalización es sinónimo de globalización (Beate, 1999). Hiernaux (1993: 5) los distingue a partir de la asincronía o simultaneidad de los procesos económicos, respectivamente.

La globalización se ha asociado a la disputa por la asignación del estadio de la modernidad al que ha llegado el sistema económico. Así, para Rosas, los Estados-nación han constituido una unidad, un contexto global en el cual el mundo se convierte en un lugar con sus propios procesos y formas de integración (Rosas, 1992, en Sandoval, 1999). Contra esta opinión, Restrepo opina que “la globalización debilita el proyecto de construcción del Estado-nación”.

Es muy factible que la definición de globalización más emblemática la haya rescatado Sandoval en sus lecturas de Wong cuando recupera la siguiente frase:

alude (...) a un proceso multidimensional altamente contradictorio y paradójico que trasciende las esferas económica, política, social y cultural, y cuyos alcances y efectos pueden ser tanto positivos como negativos, al mismo tiempo homogénea y heterogénea, totaliza y fragmenta, integra y margina, articula y disgrega, potencia y merma, complejiza y simplifica, es oportunidad y amenaza, descentraliza territorialmente y centraliza funcionalmente, entre otras peculiaridades (Wong, 1997: 6, en Sandoval, 1999).

Es decir, la globalización evoca todo y nada simultáneamente.

La globalización: explicación idealista de un fenómeno sobreestudiado pero materialmente subcomprendido

La dispersión polisémica de los conceptos sobre la globalización es inversa a la casi-unidad epistemológica que portan los estudios. En general, encontramos que por globalización se entiende una entidad con vida propia que encuentra en los actores sociales la trascendencia de su concreción. Según esto, una “lógica”, comúnmente evocada como lógica del capitalismo que logra convertirse, desde los centros de poder en variadas políticas, imponiendo una serie de consecuencias en

¹ Para, Amin y Thrift (1994), la globalización, ha sido el resultado de la transnacionalización de los procesos productivos que transforman la internacionalización de capital en una relación social global.

los diferentes ámbitos de la realidad social. Pareciera que la lógica de la globalización se despliega, evoluciona y, en el mejor de los casos, se correlaciona con aspectos fenoménicos de la economía, la política y la cultura siguiendo los impulsos de sus propios sustentos lógicos.

El fenómeno de la globalización se trataría como una nueva ley de la gravitación universal que impone su fuerza a todos los astros menores, y el conjunto de éstos le brinda la ocasión de ser el eje de todo cuanto exista en su influencia. Por ejemplo, Barranco retomando a Allen y Massey indica que “la globalización está representada por un conjunto de fuerzas que van conformando al mundo contemporáneo” (Allen y Massey, 1995, en Barranco, 1999). Es probable que la noción de globalización haya sustituido a la de *modo de producción*, y ahora se emplee para describir la fase superior del capitalismo en su estructura, superestructura e incluso en su ideología dominante.

La excepción de esta percepción idealista y fatalista, la anotan Castells y Borja cuando consideran que, si bien la globalización posee tendencias objetivas, éstas por sí mismas no conducen ineluctablemente a ciertos efectos (por ejemplo, a la dualización, o al descenso en la calidad de vida de los sectores sociales no ligados a los circuitos de la globalidad). La acción de los agentes puede cambiar y matizar dichas tendencias, dependiendo de la calidad de los proyectos, de su consistencia económica, de su estrategia (digamos, planificada) y de su diseño democrático y participativo (Castells y Borja, 1998).

Finalmente, un tema epistemológico de gran envergadura lo han puesto en escena renombrados sociólogos al considerar que la globalización altera las dimensiones espacio-temporales:² fragmentándolas (Giddens, 1994), otorgando sustrato real (acción en escala y tiempo reales) a la revolución informacional (Castells, 1989), incrementando la velocidad en la respuesta y reconfiguración espacial del capitalismo (Ianni, 1991). Separar tiempo y espacio parece ingenuo si no fuese porque epistemológicamente tiene por consecuencia volver a reunir, mediante algún ingenioso modelo (la dialéctica, la

² Inspirado de Giddens, Salas escribe: “Recordemos que la globalización, en tanto desterritorialización y reterritorialización de la gente, cosas e ideas provoca la alteración de las dimensiones espacio y tiempo en las que se ancla su vida social, económica y política” (Salas, 1999).

dualización, la glocalidad, etc.), las dimensiones perdidas. Nos parece que tiempo y espacio no se separan, sino que junto con realidades sociales y simbólicas se integran en arreglos situacionales. El empleo de las teorías de la dualidad no es muy oportuno, pues en la realidad tiempo y espacio no estaría fracturados siguiendo caminos paralelos, como si se tratara de entidades similares para ser tratados en esquemas euclidianos. Tampoco la “dialéctica territorial” (Wong, 1997, en Sandoval, 1999) o la “dialéctica nacional” de Ianni³ tendrían que venir en nuestro auxilio, pues la globalización tendría el rango de situación sin necesidad de que lo global se convierta en localización ni viceversa. La glocalidad (Swyngedouw, 1997) como síntesis de pensamiento global y acción local sería una estéril “fertilización cruzada”, un híbrido inútil pues tampoco pensamiento y acción se separan en la realidad.

Relaciones sociotécnicas e investigación tecnológica

En este apartado nos interesa indagar el tema de la investigación tecnológica y su relevante papel en la elaboración del mundo contemporáneo. Esto ha sido reconocido por muchos autores de la globalización. Por ejemplo, cuando Samir Amin reconoce que:

la organización actual del mundo globalizado, implica la consideración de una serie de elementos que guardan un orden tangible e intangible. En este orden se identifican cinco monopolios que actúan como cabezas: 1) el tecnológico, 2) el sector financiero de los mercados mundiales, 3) el de los recursos naturales, 4) el de los medios y de la comunicación, y 4) el de la producción de armas y la destrucción masiva (Amin, 1998: 1-12, en Almaraz, 1999).

O como Rózga, cuando convoca a

añadir la nueva dimensión de los procesos de innovación tecnológica que introdujo la globalización (...). La globalización tecnológica es diferente de la globalización comúnmente entendida que expresa la influencia de los procesos desarrollados en el ámbito mundial sobre el contexto económico y social concreto. En este sentido la globalización tecnológica se concentra más en el análisis de como las estrategias desarrolladas tanto por los gobiernos como por las firmas para generar la tecnología tienen que tomar en cuenta las condiciones más amplias y no pueden basarse en un sólo país (Rózga, 1999).

³ Retomando a Giddens, Ianni considera que el problema de la globalización consiste en una dialéctica de la “globalización de problemas nacionales” y al mismo tiempo una “especificidad singular de ciudades y regiones” (Ianni, 1995).

No vamos a insistir en la crítica de las explicaciones idealistas de la globalización, basta decir que estas explicaciones se tornan, en el caso de la tecnología, en el clásico determinismo tecnológico. Por ejemplo, para De Mattos,

los requisitos que la globalización económica parece demandar de las comunidades locales y de sus respectivos gobiernos, entre otros, son: apertura constante de las fronteras tecnológicas, en permanente innovación; capacidad de recrear las vocaciones productivas tradicionales de la localidad y/o generar otras nuevas sobre la base de situaciones diferenciales ventajosas; acceder oportunamente a la información externa e interna con el fin de lograr la adaptación necesaria a los cambios con suficiente flexibilidad; capacidad de establecer nuevas asociaciones —tanto permanentes como transitorias— con otras realidades locales o regionales, próximas o distantes y de avanzar en el marco de la gran complejidad e incertidumbre que presenta la cambiante realidad (De Mattos, 1997).

Inspirándose en el determinismo tecnológico, la escuela regulacionista ubica ciertas tecnologías como generadoras de cambios en los procesos de producción. Así, indican Geymonat y Wehbe que

las tendencias más o menos uniformes que se reproducen en distintos espacios, en este proceso conocido como globalización, pueden ser resumidas (...) en tres puntos (aquí sólo retomamos el relacionado a la tecnología) las nuevas tecnologías y procesos de producción, lo cual hace referencia a la revolución informática, la micro-electrónica y la biotecnología. Esto dio lugar a importantes cambios en los procesos de producción, donde la especialización flexible constituye una característica básica a escala global (Geymonat y Wehbe, 1999).

Para Glade y Luisselli, la globalización ha sido resultado de las grandes transformaciones de fin de siglo, entre ellas, una transnacionalización de los procesos productivos que transforman la internacionalización de capital en una relación social global, una revolución tecnológica sin precedentes y su traslado a los países subdesarrollados, que la convierte en piedra angular de la competitividad y productividad internacional, y una reorganización de los procesos de trabajo y de las estrategias empresariales basadas en nuevos conceptos productivos (Glade y Luisselli, 1989, en Sandoval, 1999). Dos observaciones podemos hacer a esta referencia: la primera es sobre la necesidad de ilustrar esta determinación de la tecnología convertida en piedra angular de la productividad y reorganización del trabajo. La segunda se refiere a la incertidumbre sobre la afirmación de que la revolución tecnológica se traslade a los países subdesarrollados pues, como han señalado Geymonat y Wehbe, “los nuevos regímenes

de acumulación están caracterizados por una creciente movilidad internacional del capital financiero y un mayor control de las innovaciones tecnológicas por parte de las grandes corporaciones, en todos los sectores” (Geymonat y Wehbe, 1999).

La idea que la tecnología consiste en la “actuación a distancia”, había sido comprendida por Mary Hess (1961) y puede ser una vía de indagación no determinista que nos ayude a vislumbrar cómo en el corazón de los supuestos y contenidos tecnológicos se encuentra la matriz de la organización sociotécnica contemporánea. Esto es cercano al planteamiento de Hiernaux y Sassen cuando coinciden en que:

en términos urbanos y regionales la globalización se traduce en la posibilidad de control a mayor distancia de los procesos productivos gracias a las nuevas tecnologías, los cambios en estos procesos hacia la llamada “acumulación flexible”, la desregulación de los mercados laborales, etc., que conducen a la formación de nuevas articulaciones territoriales que desbordan las fronteras nacionales en muchos casos, aunque no es claro si los nuevos vínculos que están surgiendo permiten hablar de la formación de sistemas urbanos transnacionales o de la formación de las llamadas ciudades globales (Hiernaux, 1993; Sassen, 1991 en: Lungo, 1999).

O cuando Martner reconoce en los elementos tecnológicos de la globalización, los modernos medios de comunicación y transporte que minimizan el tiempo y “acercan” territorios distantes (Martner, 1995). Justamente en estas lecturas se encuentra la posibilidad de comprensión de la relativización espacio-temporal depositada en las modernas ciencias y tecnologías.

La investigación científica y tecnológica es una actividad primordial en la reconfiguración de la sociedad, la economía, la cultura y la materialidad de la sociedad. Por esta razón, nos parece que ésta puede dar elementos para el estudio de los procesos, por medio de los cuales se cambian las escalas de lo estrictamente conocido como local a lo conocido como global. Es probable que esto que llamamos globalización consista en la expansión de las relaciones socio-natural-técnicas en las que participan y se ven envueltos los actores.

Problemas y suposiciones que guían el trabajo

El estilo estándar de escribir sobre la globalización impone una epistemología excluida de los referentes concretos, evitando a toda costa el estudio del papel que juegan los sujetos que actúan en los

ambientes locales o globalizados. Simultáneamente, esta epistemología mantiene una irresoluble observabilidad de los fenómenos manteniendo escalas inconmensurables de la acción de los actores.

Si reconocemos que los actores no son los objetos de la acción globalizadora sino los sujetos, podremos comprender la noción de localidad en el sentido de situación en el mundo de la vida. Se trata de indicar que la *situación* es el arreglo que los actores adoptan de manera concreta en el mundo de la vida en el que operan. Así, también la situación puede ser entendida como las condiciones en las cuales los actores construyen comunicativamente el mundo en términos materiales, simbólicos, sociales e intersubjetivos. Parte de este arreglo consiste en la ubicación temporal y espacial acordada de los actores. Siguiendo esta idea de localización, podremos liberarnos de la evocación giddensniana de la globalización como la situación en la que ocurre la separación de las dimensiones espacial y temporal.

Según el empleo del estilo convencional de la noción de globalización en el nivel macro no podemos apreciar cómo ciertos actores van negociando estos procesos y cuáles son las acciones que emprenden para aceptar o rechazar las propuestas de otros actores, en torno a constituirse en aliados ni cómo tiene lugar la defensa de aquellos espacios propios de los actores sociales nativos que proponen sus reglas de negociación a las entidades foráneas; en cambio, en el nivel micro se aprecian modificaciones en el comportamiento de los actores atribuidas apriorísticamente a una causa idealizada en la escala macro.

En términos de las escalas de análisis, los estudios de la globalización continúan la tradicional separación irresoluble que ha permeado por mucho tiempo al pensamiento social, en la que lo global corresponde a lo social y lo local a lo individual impidiendo estudiar justamente el proceso por el que se cambia de escala, por el que se pasa de lo global a lo local y de lo social a lo individual. El tránsito de escalas pareciera ser un problema de la realidad en sí misma y no de las teorías. A nuestro juicio, esta separación es un problema epistemológico más que una dificultad en la realidad misma, sobre todo para la realidad de los actores. Así las cosas, suponemos que los problemas de la expansión de las relaciones conocida comúnmente como globalidad

representa para los actores una dificultad técnica, social y simbólica de sus actividades.

Para nosotros, el tránsito de escalas es realizado por los actores, por sujetos provistos de acción social, comunicativa e instrumental. Entonces, faltaría decir que los actores, llámense empresas, instituciones, gobiernos, etc., que actúan en ámbitos no globales son locales pero que los actores que actúan globalmente son también locales. Impregnar de la acción de los actores a los análisis de la globalización puede ayudar a despojar de idealismo a los análisis de la construcción de la sociedad contemporánea.

La visión escindida de las escalas macro-micro ha alimentado la búsqueda de las evidencias de nuevas jerarquizaciones y polarizaciones. Algunos teóricos han actualizado las nociones de la exclusión, de incremento en las brechas entre segmentos de la sociedad y de la aceleración de las polarizaciones. Frente a esta oposición, autores como Veiga presentan una renovada visión del dualismo, en la que se crean redes transnacionales de componentes dinámicos de la globalización; al mismo tiempo que se segregan y excluyen segmentos sociales y áreas, al interior de cada país, región o ciudad (Veiga, 1999). De acuerdo con nuestra argumentación, eso que evocamos como exclusiones forma parte de la misma situación de la realidad y de manera acelerada encuentra conectividad con el resto de elementos de la Red. Desde luego que no sostenemos que las desigualdades no existen o que el poder se democratiza, queremos reconocer las acciones que sustentan la elaboración de esas distinciones.

Como lo mencionamos anteriormente, frente a la abundante explicación teórica sobre los efectos de la globalización y el contrastante escaso nivel explicativo de los sustentos de esta situación, en el presente trabajo nos proponemos explorar una explicación de la expansión de las relaciones sociotécnicas partiendo de los resultados de dos etnografías de la tecnociencia, que nos permita mostrar cómo la amplificación de relaciones sociales entre actores tiene como correlación la construcción de una serie de asociaciones sociotecnológicas que ciertos investigadores desarrollan con la física de los materiales y la naturaleza del genoma, y que estas asociaciones sociotecnológicas consisten en la proliferación de los actores que son puestos en escena.

En el caso de la investigación en física de materiales, se trata de explicar la serie de acciones que los actores de un centro de investigación universitario especializado en física aplicada han desplegado para lograr construir una red internacional de objetos y de relaciones sociales, con el fin de desarrollar un polímero cerámico capaz de agregarse como innovación en diferentes artefactos de uso generalizado anticorrosivo. Se pretende mostrar la construcción simultánea de un producto tecnológico y de sus actores sociales, que comenzando en el momento de su concepción como tema de la física aplicada, pasa por su desarrollo y transferencia tecnológica en empresas y se despliega en ámbitos geográficos nacionales e internacionales.

En el otro caso, se expone la serie de acciones que los actores han desplegado en lograr la construcción de una red de objetos genéticos y de relaciones expansivas internacionales, íntimamente relacionados para convertir en realidad la siembra comercial de papa proveniente de semilla resistente a virus X e Y, mediante el uso de la ingeniería genética. Aunado a lo anterior, se analizará la problemática de la complejización de las redes técnicas tomando como ejemplo las tentativas de los científicos de trasladar las innovaciones en la formación de papas transgénicas de empresas transnacionales de biotecnología a las condiciones mexicanas y de extender el modelo de la formación de vegetales genéticamente modificados a todo el país.

Las preguntas que ha orientado nuestra investigación se expresan de la siguiente manera: ¿cuáles son las interacciones entre la construcción de relaciones sociales y la fabricación de artefactos tecnológicos?, ¿cómo la investigación tecnológica conduce a la incorporación de actores naturales y sociales y expande sus relaciones? Ambas preguntas las intentaremos responder discutiendo y precisando las nociones ligadas a la producción de objetos técnicos industriales y agropecuario-biotecnológicos, y exponiendo, mostrando y comparando los resultados de investigación de una etnografía realizada en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la línea de investigación en polímeros con los resultados de otra en el Departamento de Virología molecular del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en Irapuato (CINVESTAV-Irapuato).

Basaremos nuestro estudio en un enfoque que reconoce el papel protagónico que juegan las interacciones entre las leyes naturales y los intereses humanos expresados en las investigaciones científico-tecnológicas que posibilitan a los actores sociales desarrollar los conocimientos y los artefactos contemporáneos. A nuestro juicio, los actores humanos y las leyes naturales se integran en forma de redes socio-técnicas, mediante complejos procesos de hibridación.

Metodología y fuentes de información

La metodología empleada en este trabajo tiene dos componentes: Por un lado, la observación etnográfica de la investigación científica y tecnológica como recurso para comprender la acción social, encaminada a crear en escala real las negociaciones socio-técnicas que subyacen al tejido de redes globales de la innovación tecnológica. En el fondo, se trata de ilustrar las bondades de la antropología de la ciencia en la presentación de resultados, en la que la aparición de nuevos actores corresponde con la de nuevos agentes y las implicaciones que esto tiene a la luz de otros enfoques y disciplinas sobre los estudios estándar de la globalización.

En este sentido, quisiéramos explorar los mecanismos que permiten extrapolar una situación sociotécnica relativamente estable de un país a otro, a propósito de un producto agrícola transgénico y los mecanismos que posibilitan construir una situación sociotécnica que soluciona un problema técnico de actores de otros países a propósito de un producto anticorrosivo.

Por otro lado, los resultados empíricos nos posibilitarán dar una explicación alterna a la globalización, a través de la demostración de la construcción de las redes sociotécnicas sustentadas en un caso, en la transferencia de saber-hacer y patentes desde una empresa biotecnológica trasnacional a un centro de investigación biotecnológica mexicano, para lograr la adaptación de las tecnologías que permitan la producción agroalimentaria de transgénicos; y en otro caso, en las tentativas de los científicos de trasladar sus inventos e instrumentalizaciones de la naturaleza de la anticorrosión mediante polímeros cerámicos, desde sus laboratorios, hasta la explotación de sus principios a nivel mundial.

La exposición de los dos casos abarcará la elaboración de la problematización de las investigaciones científico-técnicas, la construcción institucional de ciertas disciplinas de investigación y la expansión de las relaciones de los objetos, permitiendo elaborar un esquema comparativo unificado.

Expansión de relaciones sociotécnicas

La investigación en polímeros cerámicos anticorrosivos

En este apartado presentaremos las acciones emprendidas por cierto grupo de actores en torno al problema de la corrosión. Para ello, tomaremos los siguientes ejes: la aparición de un severo problema de corrosión en una empresa; la formulación de una nueva teoría de la corrosión y de un producto tecnológico denominado “polímero cerámico anticorrosivo”, así como la consecuente institucionalización de una línea de investigación en un centro de investigación universitario especializado en física aplicada y, finalmente, la creación de una red de artefactos y relaciones sociales que se expande internacionalmente. A través de este caso pretendemos mostrar la construcción simultánea de un producto tecnológico y de sus actores sociales que comenzando con la concepción de un problema en física aplicada, continúa con el desarrollo de un producto tecnológico y su transferencia que se despliega en ámbitos geográficos nacionales e internacionales.

La construcción del problema de investigación en torno a la corrosión

A continuación analizaremos la elaboración de un problema de corrosión y el planteamiento de su solución, mediante las negociaciones y acuerdos alcanzados entre empresarios e investigadores.

Este caso, el punto de partida se ubica en la evocación de un problema de corrosión existente en uno de los productos de exportación producidos por una de las compañías más grandes en la República Mexicana en el sector de metal mecánico, que fabrica transmisiones automáticas y manuales para diversos tipos de autos y camiones usados alrededor del mundo. Los técnicos de la empresa evocaron el siguiente problema técnico a un investigador de CFATA: “la empresa fabrica transmisiones automáticas para autos, y algunas de ellas se exportan al mercado coreano. En el trayecto que se hace por

barco durando más de un mes de recorrido, se crea un ambiente altamente salino, luego entonces las carcasas de las cajas de velocidades llegan oxidadas” (Castaño, 2001). Asimismo, se indicó que la empresa había probado una serie de recubrimientos anticorrosivos disponibles en el mercado y ninguno les había resuelto el problema (Rodríguez, 2001).

Por su parte, el investigador en física aplicada, les hizo saber que formaba parte de un equipo de investigación interesado en la teoría de la corrosión. De inmediato los funcionarios de la empresa invitaron a los investigadores a visitar sus instalaciones y a conocer su opinión respecto al problema que tenían. De esta relación, se desprendieron relaciones y acuerdos a nivel informal con el objetivo de hallar una solución al problema planteado.

Las negociaciones entre la empresa y los investigadores giraron en torno a la creación de un polímero capaz de controlar la corrosión; por lo que se iniciaría una investigación relacionada con el tema, y se realizarían experimentaciones para obtener un producto anticorrosivo en escala de laboratorio; si éste resultaba exitoso se podría transferir a la industria distribuyéndose entre ambas entidades los beneficios.

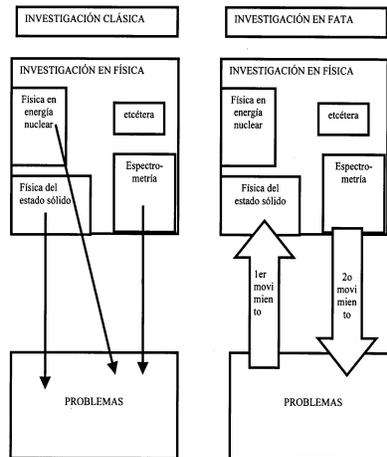
De dichas negociaciones se desprendieron los siguientes acuerdos: los funcionarios de la empresa no financiarían directamente la investigación, permitirían el acceso a sus instalaciones, proporcionarían información técnica y ejecutarían pruebas experimentales cuantas veces se lo solicitaran los investigadores. Por su parte, los investigadores del centro de investigación asumieron sus propios compromisos: utilizarían su estrategia de construcción de conocimiento, implementarían una línea de investigación relacionada con el tema de los polímeros, y tratarían de obtener un primer producto en laboratorio, tentativamente identificado como “producto anticorrosivo”.

La institucionalización de una línea de investigación en corrosión

La estrategia de vinculación del centro de investigación implica las siguientes fases: 1) detectar un problema técnico relevante que se presente en cualquier tipo de industria (en este caso la corrosión); 2) exponer el problema técnico y transformarlo en un problema teórico (comúnmente conocida en física básica como la “fase de creación cognitiva”); 3) realizar pruebas en laboratorio (la fase experimental

propiamente dicha), y 4) crear el prototipo tecnológico (fase aplicada)⁴(Castaño, 2001). En síntesis, interpretamos esta estrategia como un proceso de traducción⁵ que comienza con el planteamiento del problema técnico y su transformación a uno teórico, la formulación de las primeras hipótesis, la experimentación y el desarrollo de prototipos tecnológicos para posterior uso en empresas (figura 1).

Figura 1. La investigación clásica en Física y en CFATA.



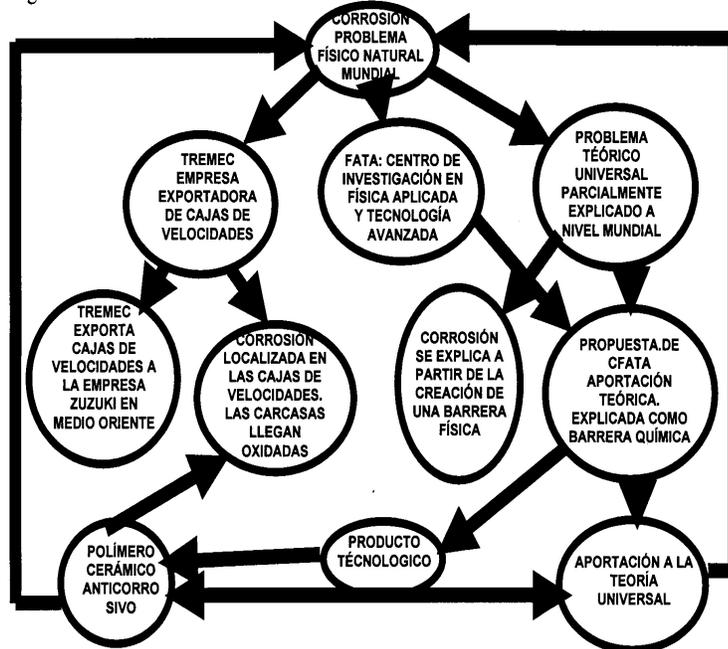
Fuente: elaboración propia

⁴ Por otra parte, Víctor Castaño nos comenta que en los otros centros de investigación en física parten del siguiente esquema. Se reconoce la existencia de un problema teórico que generalmente no está resuelto en la literatura especializada, y en el menor de los casos se reconoce como un problema existente en el ámbito industrial. Se procede a la formulación y enunciación de hipótesis teóricas. Se procede a la elaboración de experimentos con el objeto de comprobarla o falsearla, si esta es correcta se procede a su publicación en revistas especializadas, sin intentar buscar su aplicación y resolución a los problemas técnicos en el ámbito industrial. Si esto se llega a dar, es independiente de la actividad del investigador, y casi siempre es una actividad asumida por los ingenieros, en tal caso el científico físico proporcionará información y asesoría. (Castaño, 2001).

⁵ Empleamos la noción de traducción como ha sido empleada por Arellano en los estudios sobre la construcción de objetos técnicos agrícolas en México y que se adaptó de la noción de traducción proveniente de Callon y Latour (1986).

El momento en que comenzó a organizarse la investigación en torno a la corrosión al interior del centro de investigación corresponde con la construcción del objeto de estudio teórico y empírico. Para ello, el grupo de investigadores se dividió en dos equipos: uno responsable de la formulación teórica del problema y el otro, de la parte experimental (“las manos inteligentes”, denominadas eufemísticamente por el líder del equipo). Si bien, la actividad de investigación fundamentalmente se llevó a cabo al interior del centro de investigación para las pruebas experimentales, se utilizaron ambos laboratorios, los de la empresa y los del centro de investigación; es decir, los laboratorios de la empresa se desplazaron a los de dicho centro. En la empresa se realizaron los experimentos relacionados con la exposición de las carcasas al ambiente salino, y en el centro de investigación los experimentos con visos a la obtención del prototipo (figura 2).

Figura 2. Vinculación institucional de actores sociotécnicos



El equipo experimental comenzó con el análisis del agua utilizada en las instalaciones de la empresa, en un intento por averiguar la posible existencia de algún agente corrosivo en el líquido ocupado en la empresa para las pruebas de corrosión (Rodríguez, 2001:c.p.). Por su parte, el equipo teórico empezó por revisar la literatura teórica existente, y examinar la información técnica contenida en los productos anticorrosivos ya existentes en el mercado. A partir de estas dos tareas, por una parte, se sugirió la realización de pruebas experimentales a estos productos con objeto de determinar la calidad de los mismos. Por otra, se determinó que, hasta entonces, el problema de la corrosión había sido comprendido en cuanto al intercambio de electrones en una reacción química, donde el oxígeno del ambiente reacciona con el metal, y lo corroe.⁶

Hasta ese momento, el tratamiento de la corrosión que se había seguido se construía en torno a la generación de barreras físicas que impedían a los átomos de oxígeno ponerse en contacto con el metal y

⁶ Técnicamente, los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales. Existen polímeros naturales de gran significación comercial como el algodón, formado por fibras de celulosas, la celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas, y se emplean para hacer telas y papel. La seda es otro polímero natural muy apreciado y es una poliamida semejante al nylon. La lana, proteína del pelo de las ovejas, es otro ejemplo. El hule de los árboles de hevea y de los arbustos de Guayule, son también polímeros naturales importantes. Sin embargo la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases.

Un polímero es una sustancia cuyas moléculas son, por lo menos aproximadamente, múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de bajo peso molecular es el monómero. Si el polímero es rigurosamente uniforme en peso molecular y estructura molecular, su grado de polimerización es indicado por un numeral griego, según el número de unidades de monómero que contiene, así hablamos de dímeros, trímeros, tetrámero, pentámero y sucesivos. El término polímero designa una combinación de un número no especificados de unidades. De este modo, el tróximetileno, es el trímero del formaldehído, por ejemplo.

por tanto, corroerlo. Es así que las grandes empresas y centros de investigación se enfocaban en continuar mejorando y desarrollando nuevas paredes físicas. Sin embargo, los investigadores de CFATA harían otra lectura del problema de la corrosión. Habiendo iniciado una etapa de formulación de hipótesis y de posibles soluciones, y con el argumento de que, pese a contar con una barrera física perfectamente lisa a nivel microscópico, basta que existan hoyos en escala nano, para que entre el oxígeno (Castaño, 2001:c.p.), los investigadores intentarían solucionar la corrosión no con una barrera física sino química, que, además, podría ser de mayor calidad y a un menor costo.

Propuesta una solución conceptual, iniciaron el desarrollo de tal recubrimiento. La estrategia del grupo de científicos estaba tomando forma: habían reconocido como punto de partida un problema técnico en el ámbito industrial; luego, al proponer una barrera química habían conseguido resolverlo teóricamente. Finalmente, tras varias pruebas experimentales, habían obtenido una nueva aportación conceptual a la teoría general de la corrosión y un polímero cerámico anticorrosivo que evitaba la corrosión por tiempos mayores a los que demandaba la empresa.

La internacionalización de objetos y relaciones sociales en torno al polímero cerámico anticorrosivo

Una vez conseguido el polímero cerámico anticorrosivo, los científicos y los funcionarios acordaron llevar a cabo las últimas pruebas experimentales con las cajas de velocidades, en las instalaciones de la empresa. El producto pasó todas las pruebas en las cámaras salinas y se acordó que se tenía un producto anticorrosivo adecuado a las necesidades de exportación de la empresa.

Llegado este momento, los científicos se concentraron en las actividades de vinculación. Para ello decidieron interactuar con una diversidad de agentes interesados en construir una red sociotécnica de alcance internacional, donde pudiera circular este nuevo conocimiento en torno a la corrosión y al producto cerámico anticorrosivo obtenido.

Los científicos del centro de investigación encontraron dos problemas en torno al polímero: 1) la reproducción industrial y el uso de la fórmula, y 2) la propiedad legal y la comercialización. Respecto al primer problema, resultaba obvio que ellos, por sí mismos, no podían responsabilizarse del escalamiento y producción industrial del

polímero, dado que no contaban con la infraestructura ni con el personal técnico adecuado, y tampoco con el tiempo ni con la inversión para llevar a cabo este esfuerzo.

Sobre el primer problema, los científicos universitarios vislumbraban dos opciones: transferir la fórmula a una empresa reconocida en el mercado mundial o bien, transferirla a una pequeña empresa de la localidad. En el primer caso, mediante el previo pago de regalías, se daría por concluida la investigación. En el segundo, dada la necesidad de ofrecer capacitación y asesoría sería factible continuar la investigación en torno a la estabilización del producto durante el proceso de industrialización.

En cuanto al segundo problema, la comercialización y la propiedad legal, respectivamente, la situación se tornó más compleja, pues, si bien, desde el punto de vista legal la fórmula del polímero anticorrosivo pertenecía a la institución universitaria y el reconocimiento de la invención a los investigadores del centro de investigación, ante el asunto de la comercialización, dar a conocer la fórmula significaría, según los investigadores, que ésta dejaría de ser competitiva, por lo que decidirían mantenerla como Secreto Industrial.⁷

Para las autoridades académicas de la institución universitaria, por su parte, esto constituiría una trasgresión a la legislación universitaria, según la cual, el conocimiento producido en la universidad debe ser, por ende, de utilidad universal. El procedimiento a seguir, en este caso, sería la obtención de la patente,⁸ a través de la cual se transferiría el producto a la industria y se realizaría el cobro de regalías por su uso y

⁷ De acuerdo con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, se señala en el Artículo 82 el concepto de Secreto Industrial. "Se considera secreto industrial a toda información de aplicación industrial o comercial que guarde una persona física o moral con carácter confidencial, que le signifique obtener o mantener una ventaja competitiva o económica frente a terceros en la realización de actividades económicas respecto de la cual haya adoptado los medios o sistemas suficientes para preservar su confidencialidad y el acceso restringido a la misma".

⁸ El artículo 9 del IMPI nos menciona. "La persona física que realice una invención, modelo de utilidad o diseño industrial, o su causahabiente tendrán el derecho exclusivo de su explotación en su provecho, por sí o por otros con su consentimiento, de acuerdo con las disposiciones contenidas en esta Ley y su reglamento. Artículo 10 Bis. "El derecho de obtener una patente o un registro pertenecerá al inventor o diseñador, según

explotación los investigadores, por otro lado, así como el reconocimiento a los investigadores de su derecho de autoría y la asignación de cierto porcentaje económico por concepto de la transacción comercial.

No obstante, el largo procedimiento legal y la facilidad de reproducción de la fórmula por los competidores hicieron a los investigadores rechazar la propuesta de una patente, considerando que, con la obtención del Secreto Industrial, ellos tendrían capacidad de negociación frente a los empresarios, obtendrían recursos económicos y elaborarían proyectos sobre esta línea de investigación.

En realidad, la solución a ambos problemas sucedió de manera simultánea. El asunto de corrosión de las carcasas si bien fue crucial en la posibilidad de su exportación, las cantidades demandadas por la empresa fueron tan limitadas en su escala de producción que fue suficiente una pequeña producción en laboratorio para resolver el problema productivo de la empresa. Pese a lo limitado de la producción, el polímero cerámico se volvió un objeto mundial, en la medida que se puede encontrar adherido a las carcasas que la empresa vende a muchas empresas automotrices en el mundo. Sin la presencia del polímero anticorrosivo la exportación de cajas de velocidades se habría visto limitada o hasta impedida.

Las investigaciones en el polímero cerámico anticorrosivo fueron el eje de una red que ligaba la investigación en corrosión, la futura producción y comercialización del producto anticorrosivo. Esta red de innovación comprendió, el análisis teórico de la corrosión, el desarrollo de un polímero cerámico anticorrosivo, su reproducción, su protección legal y su comercialización.

En este ejemplo se puede observar cómo en este proceso de investigación, la situación de la anticorrosión pasó de un ámbito situado en los límites de una ciudad mexicana a una situación global

el caso, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 4 de esta Ley. Si la invención, modelo de utilidad o diseño industrial hubiese sido realizado por dos, o más personas conjuntamente, el derecho a obtener la patente o el registro les pertenecerá a todos en común.

El derecho a obtener una patente o un registro podrá ser transferido por actos entre vivos o por vía sucesoria.

construida empíricamente por la intervención de múltiples actores que le dan una presencia mundial. Respecto al aspecto científico, los cambios en la situación afectaron el conocimiento de la corrosión, en la medida que la investigación sirvió para publicar en revistas internacionales sus resultados sobre materiales híbridos constituidos por polímeros y cerámicas, y para elaborar tesis de diferentes niveles incluyendo una de doctorado sobre (Estevez *et al.*, 2003).

Estos esfuerzos sirvieron para institucionalizar en el centro de investigación la línea de investigación en polímeros cerámicos anticorrosivos y para desarrollar anticorrosivos para otros materiales de alta corrosión en diferentes situaciones de América Latina.

La investigación en transgénesis de papas

En la investigación de la transgénesis de papa resistente a virus X e Y, se expone la serie de acciones que los actores han desplegado en lograr la construcción de una red de objetos genéticos y de relaciones globales íntimamente relacionados para convertir en realidad, la siembra comercial de papa proveniente de semilla resistente a virus X e Y, mediante el uso de la ingeniería genética. Aunado a lo anterior, se analizará la problemática de la complejización de las redes técnicas, tomando como ejemplo las tentativas de los científicos de trasladar las innovaciones en la formación de papas transgénicas de empresas transnacionales de biotecnología a las condiciones mexicanas y de extender el modelo de la formación de vegetales genéticamente modificados a todo el país.

En este apartado analizaremos cómo la transgénesis en papa, que se desarrolló en un centro de investigación público en biotecnología de plantas localizado en la ciudad de Irapuato en el estado de Guanajuato, despertó el interés de diferentes instituciones para que se iniciara una nueva estrategia de transferencia de tecnología hasta convertirse en un proyecto de internacionalización de genes y de relaciones sociales.

En ese sentido, el siguiente apartado se halla dividido en tres partes: el primero consiste en describir las estrategias de problematización de la investigación de la transgénesis de papas en México. El segundo apartado consiste en revisar la institucionalización de una línea de investigación especializada en la transgénesis vegetal. Y por último explicaremos el proceso de internacionalización como el medio por el cual se crearon las condiciones para la interacción de diversos actores

sociales, interesados en expandir internacionalmente la red de transgénesis de plantas de papa derivadas de las investigaciones en México.

La construcción del problema de investigación

De acuerdo con los biotecnólogos mexicanos, un caso ejemplar del éxito de la transgénesis vegetal se manifiesta en la transformación de la papa, básicamente porque la ingeniería genética ha demostrado ser una excelente herramienta para mejorar las variedades comerciales de papa al hacer posible la incorporación de genes específicos como la resistencia a los virus, lo cual fue la primera demostración práctica de esta poderosa herramienta (Rivera y Villalobos, 1996).⁹

Podemos ubicar el inicio de la historia de la transgénesis en papa en una escala global, a partir del establecimiento de negociaciones de los diferentes actores interesados en la transferencia de una tecnología, cuando el *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications* (ISAAA, por sus iniciales en Inglés) en 1990 convoca a la Compañía Monsanto y al gobierno mexicano a establecer un convenio de transferencia de tecnología de resistencia no-convencional de resistencia de virus en papas. Aunado a lo anterior, el ISAAA convence a la Fundación Rockefeller (FR) para proporcionar recursos financieros para el desarrollo del proyecto, los investigadores del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Unidad Irapuato (CINVESTAV), sería la institución académica interesada en adquirir los genes quiméricos desarrollados por la Monsanto para tratar de incrustarlos en el genoma de papas de interés comercial en México. De este modo, todas estas instituciones

⁹ Cabe señalar que la papa es uno de los alimentos más importantes en México, el quinto en la lista prioritaria (después del maíz, frijol, trigo y sorgo). En el primer semestre de 2002, la papa ocupa aproximadamente 66,297.29 hectáreas con un rendimiento de 23.709 toneladas por hectárea. La superficie cosechada equivale a 64,787.01 ha, equivalente a un precio medio rural de \$3206.73 (SIAP, 2002). Aproximadamente el 72.6 % de la producción nacional es usada por el consumo doméstico (el mercado fresco), 14.2 % de la industria (papas chips, harina, almidón y alcohol) y 13.3% tubérculos para siembra (Galicia, 2000). El 57% de la producción se lleva a cabo bajo irrigación donde la producción media es de 20.5 toneladas por ha., el restante 43% es de temporal con una producción media de 11.7tons por ha. (SIAP, 2002).

logran interesarse en el proyecto de transferencia de tecnología de transgénesis en papa para obtener variedades resistentes a virus.

Las intervenciones sobre la transformación genética en contra de los virus deben tener un soporte erudito, el cual poseía la empresa transnacional Monsanto, por lo que los científicos del CINVESTAV requerirían dominar el análisis de la expresión y protección viral como el de la expresión transitoria en el plano del protoplasma, de la protección viral en plantas transgénicas y del desarrollo de las patologías virales; pero también, el conocimiento de la purificación de virus y su inoculación en plantas. Dicho de otra manera, se requiere del saber-hacer de la purificación viral, de la inoculación y del seguimiento en diversos niveles del desarrollo de la enfermedad.

Una vez establecidos los caminos de la investigación, la estrategia de la transgénesis acordada consistió en la capacitación de un técnico del CINVESTAV por el grupo de Monsanto de Transformación de Cereal en St. Louis en abril de 1991, con la variedad de papa Russet Burbank para familiarizarse con el sistema. La metodología de transformación y regeneración de esta variedad fue estabilizada por Monsanto y sus resultados han sido publicados, incluyendo la selección de varias líneas de papa con resistencia a PVX y PVY (Lawson *et al.*, 1990; Rivera, 1995:193). Una vez que se estabilizó la técnica en México, los científicos mexicanos lograron extrapolar la metodología para variedades de interés del CINVESTAV. Después de entrenar con la Russet Burbank, el técnico se dedicó a su trabajo de la variedad Alfa; el éxito de esta transformación demostró la utilidad de la tecnología transgénica, ahora faltaba considerar los parámetros de transformación genética.

Técnicamente los investigadores intervienen la papa Alfa mediante la inserción de plásmidos conteniendo los genes quiméricos, logrando que 50% de los tejidos sometidos a la infestación del plásmido emitieran callos de células. Tomando en consideración que junto a los genes quiméricos se insertó el gen NPTII, el cual codifica una sustancia que hace resistente a las células contra el antibiótico Kanamicina, se construye una maquinación, la cual consiste en que las células que no contienen el gen codificador del antibiótico son susceptibles de destruirse en presencia de Kanamicina. De manera que aplicando Kanamicina a los callos se logra un efecto de selección en la que los callos que no fueron infestados con el plásmido, simplemente

mueren permitiendo vivir a los callos que contienen el plásmido. Esta prueba permitía evaluar que los callos vivientes aseguraban el camino de seleccionar a las plantas en los que se lograron insertar los genes deseados. Dicho brevemente, el equipo de investigación seleccionaba simultáneamente plantas en las que los genes estaban presentes y resistentes a Kanamicina.

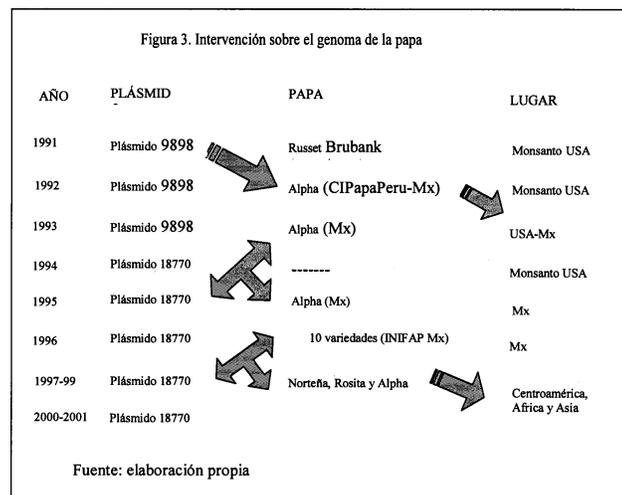
No conformes con esta evidencia, los investigadores evaluaron la producción de las proteínas que evitan el descapsulamiento del RNA que cubre los virus en cuestión, como mecanismo para evitar la liberación del DNA del virus y su reproducción en los tejidos de la planta atacada. Para esto se midió la producción de la *coat-protein* mediante la técnica de ELISA para demostrar que la tasa de eficiencia era del 16%, 4 o 5 veces más alta que la de la papa Russet Burbank (Rivera, 1995).

Una vez seleccionadas las plántulas de alta producción de la *coat-protein*, se concretizaba y estabilizaba un esquema de producción técnico para el plásmido pMON9898 de Monsanto, el carácter estable de los esquemas de producción técnicos es la condición para la repetibilidad de la producción. El éxito de la transformación de la papa Alfa con el plásmido pMON9898 muestra la gran cantidad de actores organizados, en torno a la expansión de genes pero también de relaciones sociales. La posibilidad de repetibilidad de la tecnología sustenta el agotamiento de una línea de investigación y su conversión en tecnología. Podemos observar que en este acercamiento técnico de la transgénesis vegetal, la estrategia que se desarrolló en este proyecto de transferencia de tecnología, en el nivel técnico, obedeció a un tránsito de escala de lo global a lo local, impuesto por los actores interesados en que los investigadores mexicanos estabilizaran la tecnología con variedades de papas mexicanas (Figura 3).

La institucionalización de la transgénesis vegetal en México

El proceso de una construcción institucional inicia con la hipótesis de la transferencia de tecnología para proteger la papa de los virus PVX y PVY, avanza con la definición de un esquema de asociaciones necesarias para transformar y liberar papas transformadas genéticamente para resistir los ataques de dos virus en las condiciones de México.

La estrategia de globalización consideraba que el comportamiento de los actores debería ser el siguiente: Monsanto donaba el plásmido pMON18770 al CINVESTAV bajo ciertas restricciones de introducción en variedades específicas y no exportables, además de estar dispuesta a: “proveer información científica o datos para soportar las aprobaciones gubernamentales”(Commandeur, 1996); el INIFAP donaría las variedades de papa de interés comercial en México y participaría en las pruebas de campo para seleccionar las líneas agrónomicamente relevantes; el CINVESTAV haría la transformación genética de las plantas proporcionadas por el INIFAP y daría seguimiento a las pruebas agronómicas, las encaminadas para su registro en el padrón de variedades legalizadas y las enfocadas a la bioseguridad y riesgo ambiental; el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) conocería las pruebas de comportamiento de las plantas para obtener su registro nacional; la Comisión Nacional de Bioseguridad (CONABIO) debería conocer los protocolos de bioseguridad y la Secretaría de Salud (SS) debería otorgar un permiso para el consumo alimentario de los productos derivados.



Frente al conjunto de actores los investigadores del CINVESTAV procuraron ubicarse en la posición central para conservar la representatividad frente a los nuevos actores participantes. Un segundo financiamiento de la FR permitía al CINVESTAV conservar y acrecentar su espacio de negociación (a) y expandir su centro de hibridación (b).

a) Con el reconocimiento de las hipótesis, los investigadores obtuvieron un medio favorable para la idea de transformar diez variedades de papa, interesados por los últimos resultados de la investigación y por la posibilidad de movilizar los genes en las vastas redes de instituciones, leyes, la agricultura, la economía y la imagen política. Los investigadores refrendaron por cuatro años un financiamiento de la FR para proseguir los ensayos tendientes a poner en cultivo las papas resistentes a dos virus y, simultáneamente, los trámites para legalizar la siembra de papas transgénicas.

b) Como la FR condicionaba la participación del INIFAP en el financiamiento de pruebas de campo y de bioseguridad, los investigadores del CINVESTAV construyeron relaciones con las instituciones para ensayar agronómicamente con las papas transformadas.

El objetivo de ésta consistió en estabilizar agronómicamente la papa y crear los mecanismos para su registro y control bioseguro con el apoyo de la FR, para realizar pruebas de campo en las localidades de Saltillo, Toluca, Navojoa y en la región del Bajío.

El dispositivo de interposición y de asociación para la alteración del genoma de la papa tenía su equivalente en la organización de los actores sociales, y en esta fase podría lograrse un acercamiento al conocimiento de la recepción institucional agrícola de la papa transgénica.

La intervención sobre los actores se llevó a cabo de la siguiente manera. La intervención sobre el genoma de la papa con los genes de los virus PVX y PVY se desarrolló sin mayores problemas. Sin embargo, el problema mayor no sería más la transgénesis sino la regeneración, diferente para cada caso. La variedad Mexiquense presentó muchos problemas para su regeneración por medio de cultivo de tejidos, de modo que era muy ineficiente y fue descartada del proyecto (Rivera, 1999:c.p.). En cambio Norteña y Rosita fueron escogidas para proseguir las investigaciones agronómicas. Norteña

nunca dio problemas y fue relativamente fácil su transformación y regeneración. En cambio Rosita tenía una baja eficiencia en transformación y difíciles condiciones en su regeneración por medio de cultivo de tejidos, pero se decidió continuar por ser una variedad importante en ciertas regiones del país (Rivera, 1999:c.p.).

Este éxito de transformación y regeneración de las variedades Alfa, Norteña y Rosita sirvió para extender el centro de hibridación desde los laboratorios del CINVESTAV a los campos experimentales del INIFAP representativos de las principales regiones productoras de semilla de papa en México. El proyecto de la expansión de los genes PVX y PVY y de relaciones empresa transnacional e instituciones de países en desarrollo tecnológico daba otro paso en la construcción de su realidad.

La participación de los investigadores del INIFAP era doble: por un lado, proveían las líneas de intervención genética, y por otro, experimentaban agrónomicamente con las líneas transformadas. El INIFAP proporcionó, para su transformación, líneas de las variedades Alfa, Norteña, Mexiquense, Rosita, Tollocan y otras líneas nombradas con número por no estar liberadas al mercado.

Después de la regeneración en el laboratorio se realizó la primera prueba en los invernaderos del CINVESTAV. Fue después de la selección llevada a cabo por los investigadores del CINVESTAV que se pasan las líneas a su experimentación en los campos del INIFAP.

La construcción institucional en el marco de una transferencia de tecnología de una poderosa empresa transnacional, hacia un instituto de investigación científica en biotecnología de plantas, se manifiesta, según Rivera, en la siguiente ruta.

1. La evaluación de estas líneas se ha realizado tanto en el ámbito de laboratorio e invernadero como de campo. En el ámbito de laboratorio se verifica que las plantas sean transgénicas, que expresen las proteínas virales de manera aceptable y que se desarrollen in vitro (regeneración, enraizamiento, etc.) de manera similar a las plantas no transformadas. En invernadero se verifican los niveles de resistencia por medio de inoculaciones mecánicas con los virus PVX y PVY. También se observa la producción de tubérculos y el desarrollo de la planta en general. Finalmente, se procede a realizar una selección y validación en campo.

2. La evaluación de los genotipos es realizada en colaboración con personal del INIFAP (...). Así los trabajos se hacen en campos del INIFAP siguiendo las condiciones estándar para este tipo de cultivo. Entre los parámetros que se evalúan están: 1. Días a emergencia, 2. Vigor a los 15-30 cm. de altura, 3. Tipo

de planta, 4. Daño por plagas y enfermedades (emergencia a desvare), 5. Monitoreo de vectores (trampas), 6. Producción total, comercial, y por categoría, 7. Caracterización del tubérculo, 8. Calidad y, 9. Almacenamiento.

3. Para la evaluación de resistencia viral, las líneas son evaluadas en ensayos con al menos 40 plántulas por línea (4 replicas de 10 plantas), en donde las plántulas son infectadas manualmente en un estadio de 4-6 hojas. Generalmente se toman dos muestreos (2 y 5 semanas después de la inoculación) de las plantas para realizar ensayos tipo ELISA para determinar los porcentajes de infección (Rivera, 1998).

En esta fase, intervenir sobre la genética de la papa ya significaba “negociar” con las cambiantes condiciones geográficas y climáticas del escenario agrícola, pero no aún con los productores de semilla y papa. Este punto marca el fin de las negociaciones de la transgénesis de papa mexicana.

La internacionalización de genes y relaciones sobre la transgénesis de papas

Para los científicos mexicanos, la formación de papas transgénicas resistentes a virus PVX y PVY era un problema técnico y de propiedad intelectual. Al no ser los propietarios de los genes quiméricos no podían intentar insertarlos en papas de interés económico en México y tampoco podían experimentar con la transformación y regeneración de plantas, en la perspectiva de su empleo como tubérculo para semilla. Aunado a lo anterior, hacía falta conocer si el problema de proteger a las papas del ataque a los virus PVX y PVY en verdad era una respuesta a una necesidad real del proceso de producción del cultivo en México. En noviembre de 1995 inicia una nueva etapa para el proyecto: la FR condiciona un segundo financiamiento al proyecto a la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la liberación gratuita de la papa para los productores. A este hecho se agregó al acuerdo Monsanto-CINVESTAV para donar genes al CINVESTAV. La empresa Monsanto le otorga al CINVESTAV una regalía no exclusiva y una licencia para usar su tecnología. Se autoriza al CINVESTAV para desarrollar, reproducir, usar y vender las generaciones adicionales papas resistentes a los virus PVX/PVY en México, Centroamérica, Sudamérica y África. En el momento de la firma del nuevo proyecto, los negociadores aceptaron un proyecto que transfería genes PVX y PVY y la posibilidad de transformar diez variedades de papa.

En esta ocasión, los científicos gozaban de mayor poder en la medida en que habían estabilizado el plásmido pMON18770, que había muchas posibilidades de incrustarlo en el genoma de la papa y que controlaban los procedimientos complementarios a la transgénesis (la regeneración agronómica). Es necesario aclarar que la formulación de hipótesis y la delimitación de los actores eran, en su mayor parte, derivadas de la experiencia precedente. En este sentido los actores iniciales participaban con mayor intensidad y se agregarían otros no incluidos originalmente.

Luego que esta nueva etapa del proyecto Monsanto-CINVESTAV fue firmado, el desarrollo se organizó en torno a varias cuestiones: la primera concernía a la transformación de variedades de papa mexicanas de conformidad con el protocolo de la transformación de la variedad Alfa; la segunda en torno a problemas derivados del registro de las plantas transformadas, de la bioseguridad y de los permisos relacionados con el uso alimentario de la papa transgénica.

Este proyecto mantenía el escalamiento global-local afrontando la aparición de papas mexicanas genéticamente modificadas, la construcción de la normatividad implícita de esas nuevas plantas y la formación de grupos de especialistas responsables de operar la normatividad. Dicho de otra manera, se trataba de la aparición física, legal y de mayor amplitud a una escala local de la papa transgénica mexicana.

Si el primer programa parecía tener el desafío de producir papas transgénicas resistentes a dos virus sin reflexionar en las repercusiones sociales de esta estrategia, ahora se trataba de extrapolar los conocimientos de transformación genética en la papa Alfa y de construir sus relaciones legales e institucionales. Los productores se volvían entidades más cercanas, al considerar las formas de liberación de las semillas al mercado. En esta estrategia, los grupos de presión contra los OGM, incluidos los consumidores, no tenían ninguna identidad específica.

En este momento, la hipótesis que se planteaban los científicos consistía en la posibilidad de que las papas mexicanas toleraran las manipulaciones genéticas de la misma forma que la Alfa, y si las instituciones mexicanas aprenderían rápidamente a asimilar la realidad de las papas transgénicas. Aquí se podía retomar la misma hipótesis del inicio: ¿la experiencia de transferir genes patentados por empresas

transnacionales a un país en los que se distribuirían en libre acceso tendría algún futuro en la promoción de nuevas técnicas agrícolas?

La Transgénesis ya no representaba un problema de carácter técnico. Ahora los científicos tenían problemas de carácter menos biotecnológico y más relacionados con el éxito agronómico, la bioseguridad y la regulación de esos vegetales. Una pregunta fundamental se refería a la posibilidad de estabilizar en el CINVESTAV la técnica completa de transformación de papa mexicana y manejar adecuadamente en campo el protocolo de bioseguridad para probar en campo las papas transgénicas en México.

Para Monsanto se trataba de regular la aplicación legal de los genes donados y de liberar las semillas de papa de manera abierta y gratuita. Para los científicos mexicanos, se trataba de transformar rápidamente las papas de interés comercial y de lograr la estabilidad de los protocolos para involucrarse en planos de mayor envergadura, como la investigación de otras resistencias virales. Y de resolver todos los problemas de la puesta en producción de las semillas de papa resistentes a dos virus.

Las preguntas fundamentales de esta fase asociadas al registro serían: ¿qué institución debería registrar las papas transgénicas, sería el CINVESTAV en asociación con el INIFAP o sólo el CINVESTAV?, ¿quién erogarían el pago del registro? Aunado a lo anterior, el problema del registro confrontaba a los investigadores al desafío de registrar una planta con dos genes, pues en EU solamente se permite el registro de las plantas que tienen un solo gen exótico y, finalmente, el desarrollo de los trámites para el registro en la Secretaría de Salud como producto alimentario.

En esta etapa se definían más actores que en la primera etapa del proyecto. Ya no sólo se trataba de los siete actores precedentes: la papa transgénica, Monsanto, los agentes facilitadores, los financiadores del proyecto de la FR y los mismos científicos del CINVESTAV. Si no que se agregaba el INIFAP que había sido impuesto por la FR, la comisión de bioseguridad, la Secretaría de Salud, principalmente. Para los primeros siete actores se trataba de estabilizar los problemas derivados de la primera etapa. Esta estabilización planteaba el problema del éxito agronómico de las papas transgénicas y del ambiente legal e institucional para su liberación al mercado.

Los científicos aceptan la participación del INIFAP y de otras instituciones para modificar y liberar la papa de modo que produzca sus propias defensas contra dos virus.

Las relaciones entre las hipótesis y los actores planteaban la coordinación entre la preparación técnica de las variedades de papa mexicanas para su siembra comercial y la participación del INIFAP y de otras instancias de regulación de semillas agrícolas.

En esta etapa, la relación entre hipótesis y actores adquirió la forma siguiente: los investigadores del CINVESTAV deberían transformar las variedades de papa mexicanas contra virus PVX y PVY y realizar pruebas agronómicas de campo mediante protocolos de bioseguridad.

El éxito del esquema de protección genético propuesto dependía de la inserción del plásmido pMON18770 en variedades mexicanas, su regeneración y su liberación comercial. Se trataba de la construcción de nuevas relaciones con instituciones mexicanas responsables de la regulación legal de semillas y con los potenciales productores de semillas de papa. Se trataba de crear una nueva relación entre genes PVX y PVY con otras instituciones mexicanas para convertir en realidad su existencia.

La estrategia social del proyecto consiste en incorporar el plásmido en una extrapolación final de las tecnologías desarrolladas previamente a la transformación y puesta en cultivo de papas mexicanas, para relacionarlas con instituciones agronómicas y de regulación de semillas agrícolas.

Es importante observar las relaciones entre los diferentes actores sociales. En primer lugar, la puesta en escena del objeto técnico papa transgénica de resistencia a virus corresponde al nacimiento de nuevos grupos sociales, organizados en torno a las papas modificadas con genes exóticos. Desde luego, el primer grupo organizado por el nacimiento del objeto técnico corresponde a los equipos de investigadores de Monsanto, ISAAA y del CINVESTAV y de ellos con la FR. Después aparecerían el INIFAP, la CONABIO, el SNICS y la SS, y la aparición de un grupo de productores de semillas que ven la ocasión de aprovechar un nuevo campo de negocios basado en el progreso de la ingeniería genética. La entrada en escena de estos grupos en la temática de la papa, marca la expansión de relaciones inéditas entre empresas biotecnológicas transnacionales, agentes de relaciones, instituciones de investigación en países en desarrollo

tecnológico, de leyes establecidas y de realidades naturales construidas simultáneamente.

Consideraciones finales

En el presente documento hemos señalado las ambigüedades existentes sobre el tema de la constitución de relaciones sociales explicadas por el concepto de la globalización. Para ello, hemos antepuesto la temática de la construcción de relaciones sociales en un mundo mediado por elaboraciones tecnológicas. También hemos analizado en la literatura especializada en el tema de la globalización, que a pesar de las categorías esenciales que delimitan la noción de globalización, como son los casos de: integración, fragmentación, desterritorialización, desorganización, reconstrucciones espaciales, intensificación de relaciones sociales a escala internacional, descentralización y conformación de nuevos espacios, relación de fuerzas y conflictos entre las dinámicas locales, nacionales e internacionales, todas ellas tienen un punto en común: la alteración de las dimensiones espacio temporales.

Estas interpretaciones asumen que la globalización es una entidad impositiva con vida propia que encuentra en los actores sociales la vía de su concreción. Por nuestra parte consideramos que los procesos asociados a la construcción de relaciones sociales en el capitalismo, la explicamos mediante la noción metodológica de la situación y la expansión de relaciones sociotécnicas asociadas con la investigación tecnológica. En este sentido, tales nociones nos permiten apreciar a nivel micro las interacciones sociales de diversos actores que construyen negociaciones de procesos locales, situaciones que a su vez elucidan las explicaciones macrosociales.

También otro problema existente con los niveles de escala es la tradicional separación entre micro y macro. Como lo dijimos en su momento, lo global corresponde a lo social y lo local con lo individual, impidiendo estudiar justamente el proceso por el que se cambia de escala. Por el que se pasa de lo local a lo global y de lo social a lo individual. El tránsito de escalas pareciera ser un problema de la realidad en sí misma y no de las teorías. A nuestro juicio, esta separación es un problema epistemológico más que una dificultad en la realidad misma, sobre todo para la realidad de los actores. Así las cosas, suponemos que los problemas de la expansión de las relaciones

conocida comúnmente como globalidad representa para los actores una dificultad técnica, social y simbólica de sus actividades.

Un punto aparte merecen las explicaciones relacionadas con los factores tecnológicos. Aquí básicamente se inscriben los teóricos que, desde la perspectiva de la globalización, han elaborado una serie de críticas dirigida al determinismo tecnológico, posiciones con las cuales estamos de acuerdo. Asimismo coincidimos con varios autores en la comprensión de la relativización espacio temporal de las relaciones sociotécnicas que se encuentran depositadas en las modernas tecnologías.

Sin embargo, tales hipótesis sólo es posible explicarlas a partir del estudio de casos empíricos: como una actividad primordial en la reconfiguración de la sociedad, la economía, la cultura y la materialidad. A esto lo hemos denominado la situación y expansión de las relaciones socio-natural-técnicas en las que participan y se ven envueltos la diversidad de actores sociales.

Desde la dimensión del objeto técnico se concluye que en el caso de la corrosión, la demanda surge de un problema técnico suscitado en una empresa exportadora localizada en la ciudad de Querétaro, la corrosión de las carcasas en las cajas de velocidades, incorporándose los investigadores de CFATA, para dar una respuesta tanto teórica como practica vinculada con el problema de la corrosión.

En el caso de la transgénesis de la papa, el problema surge de varias organizaciones internacionales que se ponen de acuerdo para establecer convenios de transferencia de tecnología no-conventional de resistencia de virus de papas. Aunado a lo anterior, se llevan a cabo negociaciones para proporcionar recursos financieros para el desarrollo del proyecto, y se incorporan investigadores locales del CINVESTAV interesados en adquirir los genes quiméricos desarrollados por la Monsanto, para tratar de incrustarlos en el genoma de papas de interés comercial en México.

En el primer caso, la comunidad de científicos especializados en física aplicada intentan resolver el problema de la corrosión en dos vertientes: una teórica y otra aplicada. En cambio en el caso de la transgénesis se observa que los investigadores locales se incorporan a la organización de la expansión de genes y relaciones sociales.

Respecto a la dimensión institucional, los científicos de CFATA a la par que fueron creando el marco conceptual de una nueva teoría de la

corrosión, al mismo tiempo van construyendo los procesos institucionales que posibilitaran la división del trabajo para la construcción de una red expandida para la producción, difusión y comercialización de polímeros anticorrosivos. La característica principal era que la construcción institucional iba surgiendo dentro de los laboratorios de CFATA, y cada éxito obtenido se iba extendiendo a la par que construyendo la red expandida de polímeros anticorrosivos.

En el caso de la transgénesis de la papa, encontramos un esfuerzo de negociación institucional para definir una división del trabajo que les permitiera interponerse y asociarse a cada uno de los actores involucrados, para la alteración del genoma de la papa y su equivalencia en la organización de los actores sociales y lograr un acercamiento al conocimiento de la recepción institucional agrícola de la papa transgénica.

Particularmente a los investigadores del CINVESTAV, les interesaba lograr autonomía e independencia con el objeto de lograr capacidad de creación, específicamente en el caso de la transgénesis, el problema de la regeneración en las variedades de papa, e innovación tecnológica en el caso de llegar a comercializar el primer producto transgénico. Dado el interés por incorporarse en la red transgénica expandida.

Finalmente en la dimensión de la internacionalización, ambos casos muestran la proliferación de los actores sociales en los procesos de transferencia de tecnología y comercialización de productos estabilizados. En el caso del polímero cerámico anticorrosivo, la aparición de los actores por la necesidad de legalizar el polímero para su uso en redes internacionales, y en el caso de la papa transgénica, por el contrario, los actores intentan resolver problemas de tipo legal para poder comercializarlo en ámbitos locales.

En síntesis, es necesario que los actores sociales y técnicos discutan, como diría Habermas (1983: 149), sobre la naturaleza de la técnica contemporánea, en términos técnicos, pero no sobre sus implicaciones prácticas (en el sentido de praxis). Desde luego, el estudio de la corrosión, y la creación de la barrera química para la producción del recubrimiento anticorrosivo devendrán en los actores de la red de polímeros cerámicos, y serán indispensables en los discursos, las problemáticas y las acciones para lograr la producción y comercialización del recubrimiento anticorrosivo.

aah@uaemex.mx

Antonio Arellano Hernández. Philosophiae Doctor (por la Université Laval; Canadá). Pos-doctorado en el Centro de Sociología de la Innovación de la Escuela Nacional Superior de Minas de París y el Laboratorio de Antropología Social de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales, Francia. Adscrito a la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública, Universidad Autónoma del Estado de México.

rubens@uaq.mx

Rubén Martínez Miranda. Maestro en Sociología por la Universidad de Guadalajara. Actualmente adscrito a la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Querétaro.

cop@uaemex.mx

Claudia Ortega Ponce. Doctorante en Ciencias Sociales en la Universidad Autónoma del Estado de México. Adscrita a la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública, Universidad Autónoma del Estado de México.

Recepción: 18 de mayo de 2004

Aprobación: 23 de mayo de 2004

Bibliografía

- Allen, J y Massey, D. (1995), "Geographical Worlds", Col. The Shape of the world, Explorations in human geography, vol. 1, The Open University Oxford, en Barranco, G. (1999), *El Atlas de la integración de América Latina y El Caribe. Una expresión regional en el marco de la globalización*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Almaraz, A. A. (1999), *La IME/Electrónica en Mexicali, B. C: Reestructuración Productiva y Transferencia Efectiva de Conocimiento*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio. Toluca, México, 21- 24 de septiembre.
- Amin, S. (1998), *El capitalismo en la era de la globalización*, Barcelona: Paidós.
- Amin, A. y N., Thrift (1994), "Living in the global", en Amin, A. y N., Thrift (1994), *Globalization, Institutions and Regional Development in Europe*, Oxford University Press.
- Beate, J. N. A. (1999), *Factores internos y externos de la transformación en la Gestión Local de Ciudad Guayana (Municipio Autónomo Carona), Estado Bolívar, Venezuela*. Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.

- Canales, A. (1999), "El concepto de Globalización en las Ciencias Sociales. Alcances y significados", en Canales, A. y P., Vargas (eds.), *Impacto de la Globalización en poblaciones regionales*, Universidad de Guadalajara, UCLA y Juan Pablos Editores (en prensa).
- Castells, M. (1989), *The informational city: Information technology, economic restructuring and the urban regional process*, Oxford, UK, Brasil Blackwell.
- Castells, M y Borja, J. (1998), *Local y Global: La gestión de las ciudades en la era de la información*, Madrid: Taurus.
- Commandeur, P. (1996), "Private-public cooperation in transgenic virus-resistant potatoes Monsanto, USA-CINVESTAV, Mexico", en *Biotechnology and Development Monitor*, núm. 28, pp.14-19.
- Coriat, B. (1994), *Globalización de la economía y dimensiones macroeconómicas de la competitividad*, Universidad de los trabajadores de América Latina. <http://utal.org/economia>
- Cox, R. (1994), "Global restructuring: making sense of the changing global order", en *Political economy and the changing global order*, Toronto, Canadá: Stubbs y Underhill.
- De Mattos, C. (1997), *Dinámica económica globalizada y transformación metropolitana: hacia un planeta de archipiélagos urbanos*, Ponencia presentada al 6º Encuentro de Geógrafos de América Latina (EGAL), marzo de 1997, Dpto. de Geografía, Fac. e Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (mimeo), 31.
- Estevez, M. et al. (2003), "Hybrid ceramic-polymer coating used to protect metallic surfaces against corrosion", en *International Journal of Polymeric Materials*, 52:845-859.
- Galicia, O. (2000), *Líder del Programa Nacional de Papa*, INIFAP, www.sagarpa.gob.mx
- Geymonat, A. M. y M. B., Wehbe (1999), *Articulaciones productivas y coordinación institucional, fundamentos de las estrategias de desarrollo regional, el caso de la región del sur de Córdoba (Argentina)*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Giddens, A. (1994), *Las consecuencias de la modernidad*, Madrid: Alianza.
- Giddens, A. (1996), *Para Além da Esquerda e da Direita*, São Paulo: Ed. Da UNESP.
- Glade, W. y C., Luisselli (1989), *La economía de la interdependencia*, México: FCE, en Sandoval, G. S. A. (1999), *Hibridación Social. Un modelo conceptual para el análisis del Desarrollo Regional*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Habermas, J. (1983), *Teoría y praxis*, Madrid: Taurus.
- Harvey, D. (1990), *La condición de la posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultural*, Argentina: Amorrortu.
- Hesse, B. M. (1961), "Forces and Fields, The concept of Action at a Distance", en *The history of physics*, London: Thomas Nelson and Sons Ltd.
- Hiernaux, D. (1993), "La ciudad de México frente a los cambios económicos. Las nuevas perspectivas de la apertura", Bolívar, en A. et al. (eds.), *Metropolización, globalización y modernización*, México: FLACSO/UAM.
- Ianni, O. (1991), *Estado e Planejamento Econômico no Brasil*, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 5 ed.
- Ianni, O. (1995), *A sociedade global*, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 3a.ed.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, <http://www.impi.gob.mx> 32
- Lashes y Urry (1998), *Economías de signos y espacio*, Buenos Aires: Amorrortu.

- Lawson, C. *et al.* (1990), "Engineering resistance to mixed virus infection in a commercial potato cultivar: resistance to potato virus X and potato Virus Y in transgenic Russet Burbank", *Bio/Technology*, 8:127-134.
- Lungo, M. (1999), *La expansión del área metropolitana de San Salvador, Problemas y potencialidades*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Martins, C. H. B. (1999), *Desenvolvimento Local em Porto Alegre, Brasil: Desafios e Alternativas Sócio-Econômicas do Poder Municipal*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Rivera, B. R. (1998), Archivos de Rafael Rivera Bustamante.
- Rivera, R y V. Villalobos (1996), "La producción de papa transgénica en México: Análisis de una experiencia exitosa", en Komen, J. *et al.* (eds.), *Actas del Seminario Política biotecnológica para América Latina*, organizado por la Intermediary Biotechnology Service, Perú.
- Rivera, B. R. (1995), "An example of Transfer of Proprietary Technology from the Private Sector to a Developing Country", en Altman, D. W. y K. N., Watanabe (1995), *Plan Biotechnology Transfer to Developing Countries*, Landes Company.
- Rózga, L. R. (1999), *Entre globalización Tecnológica y Contexto Nacional y Regional de Innovación (Un aporte a la discusión de la importancia de lo global y lo local para la innovación tecnológica)*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Salas, H. (1999), *La importancia del factor tecnológico en la producción lechera de la Región Lagunera, México*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Sandoval, G. S. A. (1999), *Hibridación Social. Un modelo conceptual para el análisis del Desarrollo Regional*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Sassen, S. (1991), *Ciudades globales, Londres, Nueva York, Tokio*, Buenos Aires: EUDEBA, 33.
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2002) www.inegi.gob.mx
- Swyngedouw, E. (1997), "Neither Global nor Local 'Glocalization' and the Politics of Scale", in *Spaces of Globalization: reasserting the power of the local*, edited by Kevin R. Cox, New York: The Guilford Press.
- Veiga, Danilo (1999), *Desigualdades regionales en el escenario de la globalización*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.
- Versan, J. C. (1999), *Agrupamientos institucionales y socioterritoriales en un contexto de descentralización y globalización. La cooperación intermunicipal en la Provincia de Córdoba (Argentina)*, Memorias del V Seminario Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio, Toluca, México, 21-24 de septiembre.

Comunicaciones personales

- Castaño, M. V. (2001), Entrevista realizada el 15 de junio.
- Rivera, B. R. (1999) (c.p), Comunicaciones personales.
- Rodríguez, T. R. (2001), Comunicaciones personales.