

# TIC'S y prácticas científicas: ¿de la mesada real a la mesada virtual?

## Estudios de caso en la ciencia biomédica local.

Gabriela Sued

*Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ciencias Sociales  
Carrera de Ciencias de la Comunicación Social  
gabysued@fibertel.com.ar*

### Resumen<sup>1</sup>

A partir de una perspectiva microsocia, nuestra investigación indaga hasta qué punto las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han contribuido a modificar las prácticas cotidianas de los científicos, las que desde la perspectiva de las corrientes de la nueva sociología de la ciencia, constituyen la base misma de la producción científica, o si se quiere, de la construcción social de los hechos científicos (Latour y Woolgar, 1995). Adoptando el marco teórico correspondiente a las corrientes constructivistas de la ciencia y la tecnología y a partir de un conjunto de entrevistas realizadas en dos instituciones científicas de la ciudad de Buenos Aires, nuestro trabajo considera a las tecnologías de la información desde una perspectiva socio-cultural.

En esta oportunidad abordamos la relación que se establece entre las elecciones y usos tecnológicos de los equipos de investigación que observamos y su filiación institucional, centrando nuestra descripción en lo que llamamos prácticas experimentales, es decir, las actividades cotidianas que realizan los científicos, habitualmente ubicadas en su mesada de trabajo.

### I. INTRODUCCION

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia enmarcada dentro de la programación UBACyT 2004-2007 que indaga acerca de la relación entre nuevas tecnologías de información y comunicación y la producción científica local, especialmente la desarrollada en instituciones dedicadas a la investigación biomédica<sup>2</sup>. A partir de una perspectiva microsocia, nuestra investigación indaga hasta qué punto las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han contribuido a modificar las prácticas cotidianas de los científicos, las que desde la perspectiva de las corrientes de la nueva sociología de la ciencia, constituyen la base misma de la

---

<sup>1</sup> Muchas de las ideas que tratamos aquí han sido discutidas a lo largo de los años con la Prof. Julia Buta. A su memoria dedico el presente artículo.

<sup>2</sup> Lapresente investigación cuenta con financiación correspondiente al Proyecto de Investigación UBACyT S063 Dirección Piscitelli Buta Programación científica 2004-2007

producción científica, o si se quiere, de la construcción social de los hechos científicos[1]. Adoptando el marco teórico correspondiente a las corrientes constructivistas de la ciencia y la tecnología y a partir de un conjunto de entrevistas realizadas en dos instituciones científicas de la ciudad de Buenos Aires, nuestro trabajo considera a las tecnologías de la información desde una perspectiva socio-cultural, y aborda ejes conceptuales tales como la relación entre uso de nuevas tecnologías de información y comunicación y la construcción de espacios de trabajo virtuales, la diferenciación entre comunicación virtual y comunicación cara a cara, las prácticas científicas en torno a la cooperación internacional, el acceso a la lectura y la publicación de información científica en canales electrónicos.

En esta oportunidad abordamos la relación que se establece entre las elecciones y usos tecnológicos de los equipos de investigación que observamos y su filiación institucional<sup>3</sup>, centrando nuestra descripción en lo que llamamos prácticas experimentales, es decir, las actividades cotidianas que realizan los científicos, habitualmente ubicadas en su mesada de trabajo.

El trabajo que presentamos se divide en tres partes: en primer lugar reseñamos brevemente la perspectiva teórica desde donde trabajamos, luego desarrollamos el análisis de los casos observados en las dos instituciones científicas donde trabajamos, y por último, esbozamos algunas conclusiones.

## II. PERSPECTIVA TEORICA.

Convenimos, junto con toda la literatura específica, en definir a las tecnologías de información y comunicación, TICs, como un conjunto de tecnologías convergentes bajo el paradigma de la microelectrónica, la informática, incluyendo hardware, software y los servicios asociados a estas dos instancias, y las telecomunicaciones encarnadas en la red Internet. Si bien aceptamos esta definición de sentido común, la noción de tecnología que adoptamos en nuestra investigación no se centra en el carácter material de los dispositivos, sino que pone el acento en su carácter socialmente construido. La tecnología es para nosotros una realización social que se integra en un entramado socio-técnico. Este concepto se introduce dentro de la sociología de la tecnología por el abordaje conocido como SCOT, “social construction of technology”[2], y refiere a la estructuración social de los artefactos tecnológicos, y a la vez, a la estructuración tecnológica de los entornos sociales, y desestima la existencia de configuraciones meramente técnicas. Bajo la apariencia de un principio que parece obvio, ya que toda tecnología es social en tanto que ha sido construida por alguien en algún espacio y tiempo, SCOT introduce dos diferencias no tan obvias en la definición de los artefactos tecnológicos respecto de otras perspectivas. La primera diferencia es la definición de un sistema socio-técnico por su estructuración social y no por su función o su uso. Desde esta perspectiva, la función de un artefacto, o su uso, es una consecuencia de su estructuración social o un *explanandum*, y no su causa o

<sup>3</sup> Agradecemos muy especialmente la colaboración de los doctores Pitossi y Goldbaum de la Fundación Instituto Leloir, y de los doctores Uchitel, Marengo y Kornhlitt del IfiByNe, y de sus equipos, que posibilitó la concreción de nuestro proyecto de investigación.

un *explanans*. La segunda diferencia es que el carácter socialmente construido de la tecnología no surge meramente de su artificialidad, sino de un proceso de negociación entre grupos sociales relevantes. Esto significa que en un artefacto tecnológico hay más restricciones sociales de las que, desde el sentido común, sospechamos.

Considerando esta perspectiva, nos parece que el usuario toma un rol activo en la construcción de entramados sociotécnicos, ya que las tecnologías adquieren significación cuando circulan socialmente en sus diferentes usos, adopciones y adaptaciones. No obstante, la mayor parte de los estudios más conceptuales, tendientes a situarse en la esfera de los procesos de producción de tecnologías, no tienen en cuenta su especificidad. Nos proponemos entonces, por un lado, “desmaterializar” el concepto de tecnología, construyendo un entramado entre actores, dispositivos y conocimientos; por el otro, analizar la importancia de la figura del “usuario”, estrechamente ligada a la construcción y la difusión de la tecnología, como una instancia que echa por tierra la noción de *determinismo tecnológico* que parece acompañar la concepción de una lógica intrínseca e inevitable en el desarrollo tecnológico.

En orden de construir el concepto de usuario, rechazamos la definición obvia dada por la funcionalidad del artefacto. Para nosotros, el usuario es aquél cuyas prácticas cotidianas se construyen en la interacción hombre-máquina, en una relación donde podemos decir que los sujetos sufren una modificación de algún tipo en la interacción con las tecnologías. Esta interacción, por otro lado, no se produce aisladamente, sino que se relaciona estrechamente con el entorno social donde se produce. Veremos en nuestro análisis que en la construcción social del artefacto por parte de los usuarios, éstos le atribuyen al mismo un significado, y ese significado se liga estrechamente al contexto donde esta atribución se produce.

Por otro lado, recurrimos a la perspectiva del actor-red [3], para determinar cuál el lugar de las TICs en los equipos de investigación observados. Esta teoría sostiene que la actividad científica tiene lugar en una red heterogénea formada por un conjunto coordinado de actores heterogéneos humanos y no humanos, (tales como sitios, dispositivos técnicos, investigadores, textos, técnicas, dinero) cuya relevancia no está dada por sus propiedades intrínsecas sino por la capacidad de orientar las acciones de los demás actores de la red en dirección de sus propios intereses. En este sentido, los integrantes de la red se organizan en torno al concepto de “traducción”<sup>4</sup>. Las operaciones de traducción estructuran a todos los integrantes de la red, tanto a los humanos como los no humanos, en dos niveles: intermediarios y actores. La distinción entre intermediarios y actores se construye en relación a los lugares que las distintas entidades asumen en el proceso de traducción. Un actor tiene la capacidad de poner en circulación un conjunto de intermediarios, y se define como actor por esa capacidad de

---

<sup>4</sup> Hemos optado aquí por usar la traducción literal del término inglés “translation”, aunque asumimos que el término “traducción” no significa en este contexto “versión” o “pasaje”, sino que implica relaciones de poder entre un actor y sus intermediarios, como explicamos más adelante.

atribuir a los intermediarios lugares concretos en la red. El actor es de algún modo, el “dibujante” de la red: el que organiza la disposición de los elementos en la red, incluida la suya, y las relaciones que los elementos de la red contraen entre sí. El actor define la red mediante una serie de operaciones de traducción que ocurren entre él mismo y sus intermediarios. Esto no significa que el actor tenga una total libertad para definir las identidades y las relaciones de los intermediarios. Su libertad de acción siempre es relativa al lugar que ocupe en relación a otros actores, a quienes traduce, o por el contrario, por quienes es traducido.

Los procesos de traducción implican siempre relaciones de poder, donde los actores ponen en juego un conjunto de acciones destinadas a traccionar a los intermediarios de la red que describen hacia sus propios intereses. La traducción es en suma, un proceso de persuasión, un proceso de construcción de consensos. Un traductor es de algún modo, un experto en convencer y en persuadir a un conjunto heterogéneo de actores humanos y no humanos de que se movilicen en función de sus propios intereses. Cuanto mayor representatividad tengan los intermediarios que se ponen en juego, mayor será el poder del traductor. Cuanto menos reversible sea el proceso de traducción, mayor será el poder de estabilización de los enunciados.

No ignoramos la gran cantidad de críticas que esta perspectiva ha recibido por parte de la teoría social, debido principalmente a colocar en un mismo nivel de agencia a los actores humanos como a los no humanos. Sin embargo, nosotros hemos optado por remarcar los puntos que nos ayudan a comprender mejor el tema que nos ocupa.

En este sentido, nos resulta especialmente útil la comprensión de que no hay una discontinuidad marcada entre la ciencia y la tecnología, sino que la práctica de la ciencia es un *continuum* con los dispositivos tecnológicos disponibles, conformando ambos términos un entramado denso. Por otro lado, como ya lo dijéramos, la teoría de actor-red implica un abordaje micro del proceso de producción científica, acorde a nuestra modalidad de trabajo. En esta mirada, el abordaje de la ciencia se hace “tal cual ella es”, es decir, mientras se realiza, estando “en acción”, en absoluto vínculo con los dispositivos artificiales creados a tal fin. Por último, ha sido de mucha utilidad a la hora de desentrañar las relaciones de poder que se juegan tanto en las relaciones que se dan en el interior del equipo de investigación como en las relaciones que se entablan entre equipos. La teoría del actor-red también ha sido útil para determinar el rol de la computadora de las redes de información como intermediarias y puntos de paso obligado en la movilización de intereses por parte de nuestros actores científicos.

### III. PRACTICAS EXPERIMENTALES: COLABORACION ENTRE HOMBRE Y MAQUINA

¿Qué hacen los investigadores en sus laboratorios? ¿Cómo llega a convertirse la práctica cotidiana en un hecho científico y en un discurso altamente legitimado socialmente? Latour [4] señala la división del laboratorio en dos espacios: uno, el de la mesada, donde se manipulan materiales, y otro, el de la oficina, donde se manipulan registros escritos. La construcción de un hecho científico depende de la interrelación entre ambos espacios, y de lo que se hace en cada uno de ellos. Las prácticas que se ejercen sobre la mesada del laboratorio, consisten en la transformación de materiales en un conjunto de inscripciones gráficas, tales como diagramas y cifras. La transformación del material, células, partes de animales, cultivos vivos, es posible sólo a partir de su paso por un conjunto de aparatos. Existen tres clases de aparatos: máquinas, instrumentos de inscripción e instrumentos de comprobación. Las máquinas transforman la materia entre uno y otro estado. Los instrumentos de inscripción transforman trozos de materia en documentos escritos. Los aparatos de comprobación verifican que una operación haya salido según lo planeado. Los registros generados en la mesada del laboratorio, serán luego discutidos fijados e interpretados en el otro sector del laboratorio, aquél ocupado por los escritorios, donde se realizan las tareas vinculadas a la lectura y a la escritura.

Centrándonos en este apartado en las prácticas que se ejercen en el sector de la mesada, nos preguntamos en qué medida las tecnologías de información y comunicación introducen a estas modificaciones a estas prácticas, y cuál es el estatuto de las TICS que intervienen de manera directa en las prácticas experimentales ¿Pueden adscribir a una de las tres clases de aparatos descritos por Latour, o agregan una nueva dimensión a la construcción de la evidencia científica? Antes de contestar estas preguntas, describiremos las prácticas experimentales de algunos de los equipos estudiados.

#### *A. Las Neurociencias y la mesada de trabajo tradicional*

Carina Ferrari es Dra en Biología de la UBA. Cursó un post-doctorado en Estados Unidos, y a partir de una oferta del director del laboratorio de Neurociencias de la FIL, regresó al país y actualmente trabaja allí como investigadora asociada. Es especialista en análisis de tejidos: *“Lo que yo hago la mayor parte del tiempo es mirar en el microscopio, y guardar todos los datos en la cabeza. Después anoto todo, porque finalmente todo va a ir a un paper. Para mirar el microscopio hay que hacer los preparados, inyectar ratas, preparar el tejido todo eso nos lleva más tiempo que mirar el microscopio”*.

En los tiempos de espera que se imponen en este tipo de tareas, manipula información: busca artículos en bases de datos, navega o por algún foro dedicado a la microscopía electrónica. Cuando tiene que redactar un artículo, se dedica solamente a eso. En lo posible se queda en su casa escribiendo en la computadora: ya no le hace falta concurrir al laboratorio, puesto que ha recolectado datos empíricos suficientes y leyó todos los artículos necesarios para construir su argumentación:

está en condiciones de ponerse a escribir. A diferencia de FP, su jefe, quien se encuentra atravesado por tareas múltiples, ella tiene sus tiempos y espacios bien delimitados: primero observa el microscopio en el laboratorio, luego escribe el artículo en casa.

Como su tarea en el equipo es obtener datos aplicando la técnica en la que se especializa, Carina consulta foros de microscopía electrónica, haciendo preguntas *ad-hoc*, que siempre le son contestadas, o solicita partes de ratones vía mail, que le son gentilmente remitidas por algún investigador a quien no conoce, pero que contactó mediante el *Google*. A partir de las listas de distribución de correo electrónico, construidas espontáneamente por los investigadores, se entera de la realización de las *Neurocen*s. Estos encuentros informales de socialización, donde investigadores especializados se reúnen una vez al mes para intercambiar información, la llevan hasta otros laboratorios locales. Allí, un par puede enseñarle una nueva técnica o un nuevo protocolo. Luego podrá volver a su trabajo habiendo incrementado su capital simbólico. El director del equipo se encargará de intercambiarlo por dinero, a través del correo electrónico y del FTP, y por publicaciones. De este modo, los buscadores, foros, o listas de distribución logran enrolar a la investigadora, transformándola en usuaria, siempre y cuando funcionen como extensiones cognitivas: esto es, dispositivos que aumentan los conocimientos técnicos necesarios para extraer más y mejor información de los tejidos depositados sobre la mesada.

#### *B. Electrofisiología: de la mesada real a la mesada virtual*

Todos los martes por la mañana, Andrés Perez Bay, miembro del equipo de investigación en electrofisiología que dirige Fernando Marengo, cruza el segundo piso de Ciudad Universitaria llevando un preparado vivo al aula-laboratorio que usa para hacer experimentos. Una vez allí, amplifica el preparado a través de un microscopio y toma alrededor de setenta fotografías digitales a su preparado vivo, extraído de unas células que se obtienen de una glándula que está arriba del riñón, sea éste de ratas, vacas, o seres humanos: *“arriba del microscopio hay una cámara que manda una señal se digitaliza y se guarda en la computadora El microscopio es de fluorescencia tiene luz halógena así que podemos ver con luz clara cómo está la célula y después agregando un fluorforo que interacciona con la célula podemos sacar fotografía de fluorescencia y que nos permite ver los cambios que suceden en la célula.”*. Veinticuatro o cuarenta y ocho horas después, Andrés selecciona, descarta y analiza las fotografías frente a un monitor de computadora de alta definición. Para ello, usa programas de análisis de imágenes, electrofisiológicos, de estadística y procesamiento de datos y graficación, y también planillas de cálculo.

La cámara que usa Andrés interviene primero registrando y capturando la señal fluorescente amplificada por el microscopio de la señal y luego en el almacenamiento digital de datos. No interviene en la selección de la que podría ser una buena célula: *“Como que el ojo no pudo ser*

*reemplazado para encontrar la célula. Para buscar la que más te gusta tenés que ponerte vos enfrente del microscopio y después entra la computadora. Lo mío es una técnica electrofisiológica: yo mido parámetros eléctricos de la célula, veo colores Eso se registra en la computadora pero como gráfico no como valores”, dice Andrés. Cada fotografía pasa a componer una curva, la curva requiere una interpretación, la interpretación es un proceso cognitivo que depende totalmente del investigador.*

Cada experimento demanda unas sesenta y cinco fotos que ocupan cada una 1MB de información. El registro de imágenes opera de doble manera: por un lado, convierte la imagen en un valor numérico, por otro, facilita una operación de análisis que se difiere, y no necesariamente debe ser efectuada ante el preparado vivo. En este caso, las operaciones propias de la mesada se extienden en este caso sobre la computadora. La computadora se vuelve mesada. Sin embargo, el uso de programas informáticos en biofísica no es una novedad. FM explica que hace más de diez años ya se utilizaban el mismo tipo de programas, tal vez más lentos o con menos funcionalidades.

En el apartado anterior, vimos cómo en el caso del equipo de FM el hardware y la infraestructura de red se comparten con otros equipos del IfiByNe. Pero el caso del software es diferente: el software que usa el equipo está licenciado bajo derecho de autor, tiene llave de seguridad y se compra con recursos propios del equipo de investigación.

Por otro lado, como suele suceder en las instituciones donde los recursos no abundan, los investigadores se las ingenian para conseguir maximizar los recursos con la menor inversión. Nos dice FM a propósito de una conversación con el desarrollador de uno de los programas que utiliza: *“bueno ahora yo le lloré la carta que éramos un país pobre y me regaló una.”*. En consecuencia, la infraestructura (hardware y conexión a Internet) y el software adquieren para este equipo significaciones diferentes: en el primer caso, la tecnología es un recurso compartido, “algo que se les ofrece”. En el caso del software, la tecnología es un recurso propio, y además necesario: es “algo que se tiene”.

### *C. Proteómica: de la mesada local a la mesada global*

Fernando Goldbaum es investigador principal del laboratorio de Química y Estructura de Proteínas de la Fundación Leloir. Se graduó en Farmacia y Bioquímica en la UBA, y luego de doctorarse en Inmunología en la misma universidad, realizó un postdoctorado en Estados Unidos donde adoptó su actual tema de trabajo, centrado en el estudio de estructura de proteínas: *“Mi tema de trabajo es la Inmunología desde un aspecto estructural. Estudio las moléculas que intervienen en el Sist. Inmune que son proteínas y como tales tienen de alguna manera atada su función a la forma tridimensional que tienen, lo que hacemos es estudiar la forma tridimensional. En la jerga nuestra lo que hacemos en mi laboratorio es estudio de estructura de proteínas. Estudiamos las proteínas de algunos anticuerpos y antígenos y para eso utilizamos algunas técnicas inmunológicas, bioquímicas y*

*biofísicas como cristalografía de proteínas. Este dibujo viene de ahí, (señala la ilustración de tapa de la Memoria de la Fundación) es de nuestro laboratorio. Esta forma rara con rulos es una visualización en dos dimensiones de lo que sería una estructura compleja tridimensional: la forma en el espacio de una proteína. Esto lo analizamos a partir de que esta proteína la cristalizamos, es decir la llevamos a un estado ordenado sólido y la estudiamos con técnicas de rayos X y después de los rayos X que da un montón de datos experimentales bastante complejos que son difíciles de analizar, se analizan con técnicas matemáticas, físicas y ópticas, se llega a una información final que se llama Protein pdb. Pdb es un archivo que tiene todas las coordenadas en el espacio de todos los átomos de la molécula. Es una forma muy democrática de acceder a la información porque cualquier investigador puede tener acceso a una base de datos que se llama PDB que tiene las estructuras de todas las proteínas bajar a su computadora este archivo que contiene las coordenadas de todos los átomos de la molécula y visualizar la estructura de la proteína visualizando el archivo con un programa visualizador de acceso libre. Uno puede tratar de entender cómo funciona determinada proteína teniendo en cuenta cuál es su forma.”*

El estudio estructural de proteínas forma parte de una segunda etapa de la Genómica: una vez que se ha develado el mapa completo del Genoma Humano, se pasa al proyecto de estudiar el producto de cada uno de los genes, es decir, las proteínas. Ese es el tema de trabajo de la proteómica, una disciplina que adquirió su estatus de especialidad poco después de la culminación del Proyecto Genoma Humano. El estudio estructural de Proteínas no sería posible sin las computadoras que permiten visualizar modelos tridimensionales de proteínas. Estos modelos proporcionan información sobre la posición en el espacio de cada uno de los átomos que forman una proteína, a partir de un conjunto de datos matemáticos obtenidos a partir de una combinación de técnicas muy complejas que incluyen la cristalografía, la estadística y las matemáticas.

Dos son las tecnologías informáticas imprescindibles en el área de la genómica estructural: por un lado, los visualizadores de estructuras. Por el otro, las bases de datos que las almacenan.

La interrelación entre tecnologías de la información y el estudio de estructura de proteínas es tan estrecha que en la década del setenta, cuando el software y el hardware necesarios para trabajar en el área eran escasos, caros y sofisticados, y cuando las redes de computadoras sólo conectaban unos pocos centros universitarios de USA, el número de estructuras de proteínas resueltas y depositadas en el banco de datos centralizado que las almacena se reducía a una docena, y eran puestas a disposición de un reducido número de científicos. Actualmente, esa misma base de datos almacena alrededor de treinta y cinco mil estructuras.

Hace una década atrás, coincidentemente con el furor comercial depositado en la carrera por develar el mapa genómico humano, las estaciones de trabajo necesarias para trabajar costaban alrededor de diez veces más que las actuales, y los programas necesarios habían comenzado a ser



producidos por empresas privadas de software. A la par que se comprendió que el conocimiento generado por la genómica no sería susceptible de una rápida explotación comercial hasta que el inmenso monto de información procesada fuera interpretado, el acceso a la información comenzó a ampliarse y los programas comenzaron a ser de libre acceso, ya que las empresas dejaron de desarrollarlos por ausencia de un mercado que los demandara. Los nuevos programas se desarrollaron sobre Linux, tal es así que en el laboratorio de estructuras de proteínas de la FIL algunas máquinas funcionan con este sistema operativo. Estos nuevos desarrollos permitieron reducir diez veces el costo de una estación de trabajo, en referencia a los valores de cinco o seis años atrás. Además, la democratización de la información también se expresó en una simplificación de las interfases. Esto permite a los científicos trabajar en el área sin dedicar meses de su tiempo al aprendizaje de programas de software muy complejos. De este modo puede conseguirse mayor distribución de conocimiento sobre los equipos, evitando reducir el saber informático a una sola persona que entienda del tema. El tercer movimiento hacia la democratización de información consiste en que, a pesar de que los resultados se publican en revistas científicas que funcionan por suscripciones, existe la obligación por parte de los científicos de depositar las proteínas en el banco de datos centralizado.

Si bien existen dentro de los estudios sociales de la ciencia trabajos que han señalado la importancia de la tecnología para la práctica científica, insistimos en esta oportunidad no en la importancia de la tecnología como artefacto, sino en la tecnología como práctica social. El concepto de tecnología como práctica social remarca los modos en que la tecnología se difunde y utiliza socialmente, en el tipo de acceso, libre o restringido, que se ofrece a los usuarios, en el modo en que éstos se relacionan con los dispositivos y en los aprendizajes necesarios para poder manipularlos.

En este sentido, el conjunto de prácticas sociales que emergen de las tecnologías de información que se integran a la genómica estructural, se tornan fundamentales para el avance de la disciplina, ya que el diseño y el desarrollo de tanto de visualizadores como de bases de datos, están inspirados en un mismo principio: software libre y acceso abierto. Varios autores, entre ellos Himanen [5], Kelty [6] y Castells [7], han señalado paralelos entre la organización social de la ciencia y estas arquitecturas tecnológicas, identificando orígenes y atributos comunes a ambos. En este sentido, los autores sitúan los antecedentes de estas arquitecturas tecnológicas en la cultura científica. Esta cultura se encuentra regulada por las cuatro normas que componen el *ethos* de la ciencia enunciado por Merton : la primera es el comunalismo, que refiere a la publicación del conocimiento generado para que pueda ser accedido por toda la comunidad científica, la segunda, el universalismo, que desliga al conocimiento científico de atributos de nacionalidad, raza o demás rasgos sociales, la tercera, el desinterés, que señala que la producción de conocimiento científico está ligada sólo a la aceptación de los pares, y debe funcionar autónomamente de los intereses políticos,

sociales o industriales y la cuarta, el escepticismo organizado, que garantiza el disenso y la diferencia de opiniones en la evaluación por pares. Al compartir estos valores, el software libre no es simplemente “como la ciencia”, sino que es parte de ella: ambos tienen en común los mecanismos de financiamiento, sustancialmente público y universitario, la formación académica de sus integrantes, y los logros, mensurables en reputación antes que en dinero.

Menos trabajada ha sido la relación inversa: el modo en que la arquitectura abierta y el software libre modelan, permiten y hacen avanzar el conocimiento de la genómica estructural, es decir, el modo en que la tecnología emergida del conocimiento científico, dibuja un círculo virtuoso y crea condiciones necesarias para el desarrollo científico, aunque Rifkin [8] señala la importancia de las tecnologías de información y comunicación no como recurso económico en sí mismo, sino como un nuevo lenguaje cuya función sería organizar, almacenar y distribuir la información obtenida a partir de investigaciones en biología molecular y biotecnología.

El software libre y el acceso abierto a la información conforman una cultura basada en los valores de libertad y acceso democrático a la información. Desarrollado bajo el sistema de licencias GNU (GNU is not Unix), los llamados “hackers” ponen a disposición gratuita de los demás su creación para que la utilicen, pongan a prueba y puedan mejorarla [9]. Más allá de un modo específico de producción, quienes pertenecen a la cultura del software libre convierten sus desarrollos tecnológicos en un movimiento conciente acerca del modo en que debería construirse el conocimiento, colaborativamente y de la forma en que debería accederse a él, retribuyendo el conocimiento recibido con más conocimiento. Análogamente, estos principios son también los que funcionan en las tecnologías integradas a los procesos de la genómica estructural.

El *Protein Data Bank*, la base de datos que almacena las estructuras de proteínas resueltas en cualquier parte del mundo es de libre acceso, y facilita el trabajo colaborativo: cualquier investigador en el mundo puede bajar una estructura de allí y seguir trabajando sobre ella, modificando o mejorando el modelo. Del mismo modo, la mayoría de los programas de visualización de estructuras también han sido desarrollados en base a software libre, la mayoría de las veces por los propios investigadores del área. Pero esta filiación a la democratización de la información es reciente, ya que los primeros programas y estaciones de trabajo eran sumamente caros, sofisticados y de desarrollo comercial. En los últimos años, la tecnología ha virado al software libre bajo un propósito definido: enrolar una masa crítica de investigadores que pueda interpretar la gran cantidad de datos generados en las áreas de la biología molecular formadas a partir de los estudios genómicos. Que las tecnologías de procesamiento y visualización de información, así como el conocimiento generado estén disponibles para la mayor cantidad de investigadores es fundamental para el avance de la disciplina, en tanto el objeto de estudio sería inabarcable para un reducido número de investigadores. *Protein Data Bank* recibe alrededor de cien mil visitas diarias en su sitio de Internet.

#### IV. CONCLUSIONES

De las tres descripciones realizadas más arriba se infiere que el papel de las TICs en la construcción de hechos científicos por parte de los laboratorios estudiados es heterogéneo. La mesada del laboratorio de Neurociencias es la que más se asemeja a una mesada tradicional de las ciencias biológicas, basada en la amplificación de imagen a partir del microscopio. El caso del laboratorio de electrofisiología presenta una particularidad, al introducir la imagen digital en una instancia todavía experimental. Por último, en el caso del laboratorio de Estructura de Proteínas, la imagen digital constituye tanto el producto de la etapa experimental, en tanto se hace público en una base de datos, como el insumo de una posible nueva instancia experimental.

Ahora bien, en el caso del laboratorio de electrofisiología, las imágenes digitales son traducidas a gráficos que tienen valor de discusión. Entonces en este segundo caso, la digitalización de imágenes no actúa como instrumento de inscripción, sino más bien como una tarea propia de la instancia experimental.

En cambio, en el caso del laboratorio de Estructura de Proteínas, al igual que la simbología generada por los instrumentos de encripción, estas imágenes son válidas para iniciar una discusión: pueden ser comparadas y contrastadas con otras similares de la bibliografía publicada.

Por otro lado, las imágenes generadas en el laboratorio de electrofisiología constituyen una amplificación sumamente detallada del referente real, mientras que las generadas en el laboratorio de proteómica resultan un interesante ejemplo de imagen de síntesis: modelos matemáticos destinados a simular visualmente objetos del mundo real. Aquí entonces encontramos una inflexión respecto de la evidencia científica construida en torno a la encripción, ya que en el caso de la proteómica, la modelización del fenómeno estudiado a partir de una técnica de imagen adquiere valor de hecho científico.

Del análisis de los tres casos que tomamos en este punto, podríamos establecer como primera conclusión entonces que no existen elementos constantes en cuanto a la intervención de las TICs en las prácticas experimentales: las TICs adquieren valores diferentes en cada configuración de mesada.

Para comprender más profundamente qué significación se atribuye a las TICs en cada una de las disciplinas a las que pertenecen los equipos que estudiamos, deberíamos considerar las diferentes técnicas que han sido centrales para la construcción de la evidencia en cada uno de los campos donde se insertan los equipos estudiados.

No basta una mirada asincrónica y comparativa para comprender qué significación asumen las TICs en cada uno de los equipos estudiados. Si estos equipos se diferencian entre sí, es porque, como diría Latour, adscriben a diferentes mitologías, es decir, “a una compleja mezcla de creencias, hábitos, conocimiento sistematizado, logros ejemplares, prácticas experimentales, tradiciones orales y habilidades artesanales” [10]. Hemos observado que las tecnologías de información ocupan, en cada

mitología, un lugar diferente. En este sentido, propondremos que el uso de las TICs en las prácticas de mesada representa, en cada uno de los casos estudiados, una continuidad, y no una disrupción, respecto de las técnicas aceptadas como válidas para la construcción de la evidencia científica.

Particularmente interesante resulta en ese aspecto el rol de las TICs en la mitología de la Proteómica. La proteómica es una de las disciplinas llamadas Post- genómicas, surgidas luego de completada la etapa Genómica. La Genómica puede ser definida sintéticamente como el estudio de los genes y su función. Su objetivo principal es el mapeo y análisis de la estructura genética de un organismo entero. Esta disciplina sentó las bases para la Proteómica, consistente en el mapeo y análisis de los productos de cada uno de los genes: las proteínas. El término proteoma define al conjunto completo de las proteínas de una célula, organismo o tejido. Se estima que un proteoma completo podría ser tres veces más grande que la cantidad de proteínas codificadas por el genoma. Si el genoma humano contiene alrededor de 30.000 genes, el proteoma humano consistiría en 300.000 proteínas aproximadamente. Las tecnologías de información juegan un rol fundamental en el secuenciamiento, mapeo y análisis de genes y proteínas. La bioinformática, disciplina relativa al análisis de materiales biológicos basado en computadoras, se encuentra íntimamente asociada al crecimiento rápido de la proteómica en los últimos años. Según estadísticas del Protein Data Bank, en 1972 se había develado la estructura de una sola proteína, mientras que en el año 2005 se encuentran depositadas alrededor de 35.000 estructuras. El crecimiento aproximado del banco de datos ha sido de cinco mil estructuras por año, en los últimos tres años.

Desde fines de la década del setenta, cuando se produjeron los primeros secuenciamientos electrónicos de genes la bionformática se ha impuesto como un actor clave en la formación y el desarrollo de las disciplinas post-genómicas. Centrándose en la construcción de algoritmos y sistemas de modelización, la bionformática ha tenido un papel importante en todas las disciplinas biológicas genómicas y post-genómicas. También ha interesado al sector tecnológico privado. Empresas como IBM han abierto una división relativa a las ciencias de la vida, y paralelamente han surgido desarrollos de código de fuente abierta. Pero no sólo son las tecnologías de información la que ha posibilitado el crecimiento de la disciplina en los últimos años. FG menciona otros factores: avances en la cristalografía de rayos X, incremento en la cantidad de recursos humanos trabajando en el área, e intereses privados trabajando en el tema. Las disciplinas post-genómicas se caracterizan por su organización “en red”, y las tecnologías de la información actúan coordinando la red, a partir de facilitar y compartir la información que se produce en el campo.

Por último, el caso del equipo dedicado a electrofisiología el uso de las TICs es eminentemente experimental. El objeto de estudio de esta rama de la fisiología es el estudio de los flujos de iones en tejidos biológicos. Sus principales técnicas, el v-clamp primero y el p-clamp más recientemente permiten grabar el voltaje mantenido a través de la membrana de la célula. En ese caso

las TICs se utilizan más bien como dispositivos que contienen en sí mismo conocimiento científico anidado [11], ya que automatizan procesos experimentales complejos. La pertenencia a mitologías y campos diferentes, explicaría los diferentes roles que las TICs asumen en la mesada de los diferentes equipos. La relación de las nuevas tecnologías con los campos de pertenencia de los equipos estudiados nos remite asimismo a plantearnos la relación entre ciencia y tecnología, y a repensar el lugar de ésta última en los discursos acerca de la producción científica.

## REFERENCIAS

- [1] Latour, B. y Woolgar. (1995) *La vida en el Laboratorio* Madrid, Alianza Universidad
- [2] Pinch T, Bijker W (1989) "The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit one of each other" en Bijker W, Hughes T, Pinch T: *The social construction of technological systems* , The MIT Press, Cambridge.
- [3] Callon, M. (1991) "Redes económicas e irreversibilidad". *Revista Redes* Nro. 17, Ediciones de la Universidad Nacional de quilmes, Bernal .
- [4] Latour, B. y Woolgar. Op. Cit.
- [5] Himanen, P (2002) *La ética del hacker*. Buenos Aires, Destino
- [6] Kelty , C. (2001) "Free software, free science" *First Monday*, volume 6, number 12 (December 2001), URL: [http://firstmonday.org/issues/issue6\\_12/kelty/index.html](http://firstmonday.org/issues/issue6_12/kelty/index.html)
- [7] Castells, M. (2001) *La era de la información: la sociedad red* , Madrid, Alianza.
- [8] Himanen, P. Op. Cit.
- [9] Rifkin, J (1998) *The Biotech Century*, New York, J. Jarcher Putnam, Penguin Putnam
- [10] Latour, B. y Woolgar. Op. Cit
- [11] Woolgar (1989) "Reconstructing Man and Machine:A note on sociological crituques of cognitivism" en Bijker W, Hughes T, Pinch T *The social construction of technological systems* Cambridge, Ma.: The MIT Press

