
LA ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA EXPERIMENTAL EN EL CONTEXTO DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS

VICENTE DRESSINO

ABSTRACT. THE EXPERIMENTAL BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY WITHIN THE COMPLEX SYSTEMS CONTEXT

The use of the experimental method in biological anthropology has enabled us to solve a set of problems that could not be addressed using the classic methodologies within the descriptive-comparative method. However, from an epistemological perspective, experimentation implies a reductionist approach that is called seriously into question with the advent of complexity theories, due to the tension that is generated between them. Complexity theories does not reject the experimental method but places it in a different context, one in which experimental practice loses its privileged status as a method of validating knowledge. The aim of this study is to analyze the scope and limitations of the experimental method used in biological anthropology faced with the perspective of complexity theories. It will conclude that the shift from reductionist perspectives centered on experimentation to complex approaches focusing on integration represents a genuine paradigm shift, in Kuhn's terms, both in the field of biology in general and in anthropology in particular.

KEY WORDS. Biological anthropology, experimental method, theories of complexity, reductionism, integrationism, epistemology, Kuhn; paradigm shift.

INTRODUCCIÓN

La historia de la ciencia, en combinación con la perspectiva epistemológica, nos permite tener una comprensión más precisa de la práctica científica y de los factores que influyen sobre ésta. Desafortunadamente, los científicos no somos formados con un contexto histórico-epistemológico que nos permita corregir errores repetidos en el pasado, y evitar de esta manera la pérdida de tiempo y esfuerzo en senderos ya transitados. Respecto de la práctica científica es mucho lo que ha sido dicho por diversos autores y con perspectivas diferentes. A modo de ejemplo, podríamos reflexionar sobre si existe un 'método científico' o si en la práctica existe 'multiplicidad de métodos' cada uno adaptado a las necesidades particulares de la

Cátedra de Antropología Biológica IV. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. / vdressino@gmail.com; vdress@fcnym.unlp.edu.ar
Organismo de financiamiento: Universidad Nacional de La Plata; Facultad de Ciencias Naturales y Museo; Subsidio al proyecto de incentivos 11/N652.

disciplina que lo pone en práctica. Una respuesta a este interrogante sería afirmar que cada disciplina desarrolla un método con características propias según su objeto de estudio, pero que, en definitiva, deriva de un tronco metódico básico constituido por el 'método científico'. En este contexto es fácil discernir el método empleado por la biología del utilizado en mecánica cuántica debido a los distintos planos de análisis utilizados por estas disciplinas.

Por otra parte, las ciencias cambian sus requerimientos de validación de hipótesis en el tiempo a medida que se desarrollan. Así por ejemplo, dichos criterios se diferencian marcadamente entre las disciplinas de la anatomía, la morfología funcional y la ecomorfología. Estas disciplinas representan una evolución histórica de una temática común a todas ellas, esto es, el estudio de la anatomía. En efecto, los estudios descriptivos (anatomía) pasan a ser interpretaciones funcionales de los elementos anatómicos y de las relaciones entre ellos (anatomía funcional y ecomorfología). En función de lo anterior, así como de los cambios propios de las comunidades científicas, también cambian los criterios y las prácticas para hacer ciencia. Esto fue mostrado de manera clara por Thomas Kuhn (1962) en su clásica obra *La estructura de las revoluciones científicas*, en donde, entre otros conceptos desarrolla el término 'paradigma de investigación', y lo define como las "realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (p. 13). Este concepto se relaciona con el de "ciencia normal" que hace referencia al conjunto de prácticas científicas reales que incluyen leyes, teorías, aplicaciones, instrumentación, etc., de las que surgen tradiciones coherentes de investigación científica. Sin embargo, ciertos problemas que deberían ser solucionados utilizando las reglas y procedimientos mencionados anteriormente, no logran ser resueltos. Las razones pueden ser varias, por ejemplo, la utilización de equipos obsoletos o que no fueron diseñados para la resolución de las anomalías observadas. Es durante este periodo en donde la práctica científica muestra cierta confusión. Sin embargo, las anomalías continúan acumulándose sin poder ser explicadas con las teorías y equipos utilizados anteriormente. Es en este momento en el que surgen para Kuhn investigaciones extraordinarias, que conducen a los científicos de una disciplina a un nuevo conjunto de reglas y teorías que dan lugar a una nueva práctica científica. Estos episodios extraordinarios, que rompen con la tradición heredada de la ciencia normal, son llamados "revoluciones científicas" (Kuhn, 1962).

Es dentro de este escenario en que puede ser analizado el desarrollo de la antropología biológica experimental en Argentina, con fuertes vínculos con la tradición reduccionista originada a partir de Galileo y, en épocas más recientes, con el desarrollo de la fisiología experimental por Claude Bernard. Este último autor influyó particularmente a la fisiología expe-

rimental desarrollada en Argentina y que diera lugar a la tradición de los premios Nóbel argentinos Bernardo Houssay y Luis Leloir. Con estos antecedentes, comienza a desarrollarse la antropología experimental con la publicación por parte del antropólogo Héctor Pucciarelli (1973) (miembro del equipo de Leloir) de una técnica aplicada en ratas con deformación craneana con el objeto de analizar los cambios morfológicos inducidos en el neurocráneo, que fueran compatibles con ciertas prácticas de deformación artificial realizadas por algunas culturas humanas. Posteriormente, los desarrollos experimentales se realizaron para corroborar hipótesis sobre los efectos nutricionales en los cráneos de ratas (*Rattus norvegicus albinus*) de ambos sexos y en estudios experimentales longitudinales y transversos en primates del nuevo mundo (*Saimiri sciureus*) (Dressino, 1991). En este sentido, esta disciplina antropológica utiliza el método experimental para dirimir entre hipótesis rivales en los casos en que el método descriptivo-comparativo no es eficaz (Scarano, et al., 1994, 1996).

Esta metodología aplicada en el campo de la antropología representó un cambio de paradigma de investigación con un fuerte tinte reduccionista (Scarano, 2003). En la actualidad, esta corriente se contrapone al desarrollo y maduración de las teorías de la complejidad compuestas de diversas vertientes científicas contrarias al reduccionismo y con un fuerte componente integracionista e interaccionista. Si tenemos en cuenta las diferencias entre los enfoques reduccionistas y complejos, la pregunta que surge es: ¿puede compatibilizarse el método experimental en antropología biológica con las teorías de la complejidad? Esta pregunta presenta un gran desafío, esto es, la de poder extrapolar los datos provenientes de manipulación experimental en otras especies al ser humano. Esta extrapolación presenta innumerables problemas, en especial cuando se lo inserta en un contexto teórico mayor como es el de los sistemas complejos. Por otra parte, el método experimental en sí tiene particularidades que son obviadas a menudo por los experimentalistas en su práctica cotidiana. El objetivo de este trabajo es analizar los alcances y limitaciones del método experimental utilizado en antropología biológica con relación a la perspectiva de las teorías de la complejidad.

EL MÉTODO EXPERIMENTAL

El método experimental en su aspecto moderno se origina a partir del siglo XVII y es considerado, por algunos autores, como una metodología fuerte para la adquisición y validación del conocimiento científico predominando sobre otras metodologías como, entre otras, el método comparativo. El surgimiento de este método se relaciona con el desarrollo y mejora de los instrumentos de precisión como relojes, microscopios, telescopios, y demás, así como con los aportes fundamentales de Galileo (que pueden ser

considerados como experimentos en sentido moderno) y con las sólidas fundamentaciones filosóficas de Francis Bacon y de René Descartes propuestas en el *Novum Organum* y en el *Discurso del Método*, respectivamente. El desarrollo del concepto de ‘experimento crucial’ de Bacon marcó a las generaciones futuras de científicos en la consideración que el método experimental poseía la fortaleza y validez suficientes para corroborar una teoría. Sin embargo, los experimentos sólo se usaban para arbitrar entre teorías rivales sin discutir sobre las técnicas empleadas.

Esta forma de pensar la ciencia se correspondía con una visión empirista y mecanicista originada en la idea de que los procesos, organismos, y demás, de la naturaleza estaban formadas por partes y respondían a leyes naturales. Posteriormente, este mecanicismo se asoció con otra corriente denominada ‘reduccionismo’ que proponía, de forma sintética, que el todo puede ser explicado como la suma de las partes. Esta corriente llevó a generaciones de biólogos a considerar que para comprender el funcionamiento de un organismo se debían separar sus partes y estudiarlas individualmente. Incluso la experimentación sobre cada parte permitía alcanzar conclusiones sobre el organismo en su totalidad. Estas visiones continúan en nuestros días y generan serios problemas conceptuales especialmente en la biología, por ejemplo, el rol de las propiedades emergentes. En efecto, el funcionamiento de las partes (órganos, sistemas, etc.) genera propiedades que no exhiben las partes individuales intervinientes, dando como resultado un nuevo tipo de problema a estudiar.

El método experimental moderno en fisiología se origina a partir de los trabajos pioneros realizados por Claude Bernard en 1865, que influyeron en los trabajos experimentales de otras disciplinas. Según Bernard (1865, 1959) el experimento es ‘observación inducida’, es decir, el experimentador debe inducir artificialmente y con un fin definido los hechos que pretende explicar y controlar. Es interesante destacar que si bien en la época de Bernard la estadística se encontraba en sus inicios se la consideraba importante para los estudios comparativos y no para los experimentales. En efecto, el sistema de Bernard se fundamentaba en la enunciación de un silogismo, es decir, de un razonamiento deductivo compuesto por dos premisas y una conclusión, y esta última era tomada como hipótesis a ser probada mediante la experimentación. Aun así, para Bernard el experimento sólo podía ser contrastado de manera ‘fuerte’ mediante la ‘contraprueba’. Este concepto es uno de los aportes más importantes de Bernard debido a que los resultados conseguidos por la experimentación sólo tendrían certeza si podían invertirse y repetirse hasta su inicio.

Surge aquí la siguiente pregunta: ¿qué podríamos entender por experimento? El término ‘experimento’ proviene del latín *experimentum* que significa la acción de experimentar, esto es, realizar acciones con el fin de descubrir o comprobar ciertos fenómenos que se dan en la naturaleza. En

síntesis, se podría definir al experimento como “un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador.” (Hernández Sampieri, et al., 1991; p.107) Por lo tanto, el experimento consiste en un conjunto de observaciones bajo condiciones producidas artificialmente, controladas y manipuladas con la propiedad de poder ser reproducidas (Maienschein, 1986). El aspecto central de esta metodología, desde una perspectiva epistémica, radica en que las condiciones que producen un efecto pueden ser separadas en variables independientes y el efecto asociado se denomina variable dependiente. Este manejo de las variables y de las condiciones ambientales artificiales constituye uno de los aspectos más críticos de esta metodología con relación al paradigma de la complejidad iniciado en biología a partir de los trabajos sobre teoría de sistemas de von Bertalanffy (1968, 2012), como veremos más adelante.

Cabe señalar que todo experimento conlleva cierto grado de subjetividad y de sesgo que pueden afectar su validez interna. Es decir, la presencia de ‘artefactos experimentales’ no identificados, o la utilización de muchos grupos experimentales, pueden interferir o hacer difícil la interpretación de los resultados invalidando al experimento. Asimismo, por las características del método es fácil observar que el sesgo introducido en el experimento presenta diversos niveles y complicaciones. La elección de las variables puede ser uno de ellos. Por ejemplo, ¿por qué elegimos unas variables y no otras?, ¿de qué forma podemos estar seguros que ciertas variables no elegidas en el diseño experimental afectarán el desempeño de las variables dependientes? Un problema central en este método es el número de la muestra adecuado para la corroboración de las hipótesis. Obviamente este aspecto se relaciona con el tipo de organismo y los alcances de los objetivos utilizados en la experimentación. En este sentido, Weber (2005, p.155) plantea:

There are at least three questions that can be raised concerning the role of experimental organisms in biological research. First, there is the question of why some organisms are especially well suited for studying certain biological processes. Second, we may ask why experimental biologists more often choose to work on an already established laboratory organism, rather than bringing a new organism into the laboratory and initiating research with this new organism. A third question concerns the notion of a model organism, that is, to what extent can certain experimental organisms function as models for other organisms, in particular humans?

El modelo de organismo elegido representa una problemática con diversas ramificaciones. En efecto, es difícil comprender *a priori* el porqué de la elección de ciertos organismos para la experimentación, sobre todo cuando esos organismos constituyen modelos alejados del objeto experimental, es decir, el organismo hacia el cual va dirigida la investigación. En este sentido, Pucciarelli (1974, p. 3) aclaró la distinción entre ‘sujeto’ y ‘objeto experimental’ aseverando que “El conjunto de individuos de la especie elegida para experimentación constituye el *sujeto experimental*, mientras que el *objeto experimental* será el grupo racial o especie al que va dirigida la investigación”. Por ejemplo, un estudio de la ontogenia craneofacial en ratas (sujeto experimental) y su alteración por factores nutricionales puede generar un conocimiento que permita explicar ciertas anomalías en el crecimiento craneofacial en poblaciones humanas (objeto al que va dirigida la investigación). Esta diferenciación funciona como un marco de referencia obligado sobre todo en los trabajos experimentales en antropología, dejando de lado los debates metodológicos sobre el significado de la experimentación antropológica.

La tensión en la antropología acerca del rol de la experimentación surgió desde sus comienzos. Así, el surgimiento de la metodología experimental en la antropología biológica puede relacionarse con el trabajo de Washburn y Detwiler (1943) realizado con *Ambystoma tigrinum* y *A. punctatum* (Amphibia, Ambystomatidae) en donde por medio de la enucleación ocular parcial se observó su impacto sobre la alteración producida en distintos componentes del cráneo en su conjunto. Los autores aseveran que cuando la lógica o las descripciones fallan para proveer una explicación indudable, los antropólogos deberían apelar al método experimental. Si las teorías antropológicas necesitan ser probadas, los experimentos deben ser diseñados para adaptarse a situaciones antropológicas. Pero, ¿es posible que un experimento se adapte a situaciones antropológicas? En el contexto histórico del trabajo mencionado se refiere evidentemente a situaciones que permitan un abordaje como el de la relación entre tamaño del ojo, órbita ocular y neurocráneo durante el desarrollo. En este contexto, la definición dada anteriormente por Pucciarelli (1974) muestra su capacidad de solucionar los posibles problemas emergentes de la distancia taxonómica entre las especies. Esto marca un punto importante en la argumentación del presente trabajo respecto a la utilización de los experimentos en general y en antropología en particular, que se discutirá más adelante.

¿ES POSIBLE LA EXPERIMENTACIÓN EN ANTROPOLOGÍA?
EL CASO DE LA EXPERIMENTACIÓN INDIRECTA

Durante mucho tiempo se debatió en antropología biológica sobre la necesidad de incorporar el método experimental como alternativa al método comparativo en la resolución de diversas problemáticas planteadas. En este sentido, Pucciarelli (1974, p. 1) aseveraba que “la metodología descriptivo-comparativa, de empleo clásico en esta ciencia, no es suficiente en la actualidad para resolver los problemas que su compleja temática incluye”. Sin embargo, la problemática propia de la antropología biológica requiere que se esclarezcan conceptualmente aspectos relacionados con la práctica experimental. En este sentido, la diferenciación entre sujeto y objeto experimental ya mencionada resulta necesaria. Dicha definición es la conceptualización básica que justifica la aplicación de la metodología experimental en antropología biológica ya que, según la misma, cualquier organismo puede ser utilizado como modelo experimental para esclarecer una problemática extrapolable a humanos si tenemos en cuenta las limitaciones pertinentes a toda comparación interespecífica. Es por ello que el autor antes citado desarrolla el concepto de ‘experimentación indirecta’ cuando “el sujeto experimental lo constituyen animales no humanos, es decir, cuando se emplea un sujeto distinto del objeto experimental” (Pucciarelli, 1974, p. 4).

Es interesante señalar que según Scarano (2003) “en los sistemas experimentales sólo se ‘aislan’ los factores considerados relevantes y se puede probar con mayor confiabilidad si sucede o no lo afirmado por la conexión legal. ‘Aislado’ lo entrecomillamos para señalar que el aislamiento del sistema experimental no es completo” (p. 20). Asimismo, según el autor, el aislamiento es una ‘hipótesis’, porque se considera que otros factores que influyen no son relevantes a la hora de analizar el comportamiento de un sistema. En este punto encontramos una objeción epistémica importante al método en sí planteada por Scarano. En efecto, en general los biólogos no suelen reparar en las consecuencias epistémicas de sus investigaciones y los experimentalistas en particular no advierten que los ‘factores experimentales’ representan hipótesis factoriales o cláusulas *ceteris paribus* que significa ‘permaneciendo el resto de las condiciones inalteradas’. Este aspecto constituye un sesgo en el modelo experimental en sí. Esta práctica de los experimentalistas lleva a la suposición de creer que los resultados obtenidos en un experimento representan un hecho ‘real’ y que poseen, por lo tanto, la capacidad de corroborar de forma inobjetable las hipótesis planteadas. Como veremos más adelante, esto trae aparejado problemas concretos de inserción de la metodología experimental en la teoría de los sistemas complejos y la posibilidad de ‘conocer’ de manera objetiva el funcionamiento de un sistema biológico.

Los problemas epistémicos relacionados con la experimentación nos llevan a reconocer que, más allá de los factores considerados relevantes para el estudio en sí, existe una multiplicidad de variables no contempladas que actúan 'en' o 'sobre' el sistema en estudio. Así, los efectos de las sinergias entre variables o entre factores y variables pueden actuar como artefactos experimentales sobre el sistema, y generar de esta manera una variabilidad de difícil explicación. Tomemos como ejemplo el caso de los grupos *Sham-operated* que funcionan como testigo que evalúa los posibles efectos de la técnica aplicada sobre el sujeto experimental despejándola así del efecto del factor analizado. Así, en estudios sobre la influencia de la reducción del flujo sanguíneo sobre el crecimiento intrauterino en ratas, se expuso el útero y se ligaron las arterias uterinas cerca de la terminación inferior de cada cuerno uterino. Para discriminar los efectos de la cirugía de los efectos de la disminución del flujo sanguíneo sobre los fetos, se aplicó el mismo método al grupo *sham* que a los animales experimentales pero sin obliterar los vasos (Wigglesworth, 1964; Oyhenart, et al., 1998). La realización de esta técnica introduce una alteración en sí que afecta al organismo en su conjunto, es decir, induce un estrés sistémico. Aun así, este aspecto no es tenido en cuenta en su real dimensión debido a que se lo contrasta respecto a factores experimentales determinados también generadores de estrés. Dentro de este esquema, las alteraciones inducidas por el método que no responden a los factores en estudio evidentemente no serán detectadas o tenidas en cuenta. Es obvio que esto no significa que carezcan de sentido biológico.

Como se ha argumentado hasta aquí, el método experimental conlleva una serie de problemas metodológicos que distan de considerarlo como un método libre de dificultades o como el ideal de método científico. Como analizaremos más adelante, la fortaleza de este método se manifiesta cuando se lo utiliza dentro de un programa de mayor alcance y no de manera aislada.

RELACIONES ENTRE LAS TEORÍAS DE LA COMPLEJIDAD Y EL MÉTODO EXPERIMENTAL

Como ya se mencionó, un nuevo paradigma ha surgido en las ciencias, en especial en las disciplinas biológicas, y está representado por las teorías de la complejidad. La etimología del término 'complejo' deriva del latín *complexus* que significa 'lo que está tejido junto'. Así, García (2006) define un sistema complejo como "una representación de un recorte de la realidad en la cual los elementos no son 'separables' y por lo tanto no pueden ser estudiados aisladamente" (p. 21), es decir, el autor conceptualiza al sistema complejo como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema). Para Mitchell (2009), un sistema complejo puede definirse como "a system in which large networks of components with no central

control and simple rules of operation give rise to complex collective behavior, sophisticated information processing, and adaptation via learning or evolution" (Mitchell 2009; p. 13) Aunque ambas definiciones difieren, existen vínculos fuertes en el sentido del reconocimiento de una realidad acotada compuesta por elementos (redes, adaptación, etc.) que no pueden ser estudiados por separado. Así, las teorías de la complejidad buscan explicar el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroalimentaciones (tanto positivas como negativas), determinismo y azar en nuestro universo observable. Estas teorías no poseen un origen único sino que se relacionan con un cuerpo teórico muy amplio desde la teoría del caos hasta las teorías de la construcción del conocimiento. El enfoque posee, entre otros méritos, la capacidad de tener en cuenta la interacción entre teorías de distinto nivel (hipótesis, teorías de bajo nivel, etc.); sustentarse sobre supuestos epistémicos fuertes (las epistemologías de Edgard Morin y Jean Piaget), y una matemática acorde con la epistemología de Piaget correspondiente a la matemática de los sistemas disipativos de Ilya Prigogine. Esta combinación de cuerpos teóricos coherentes entre sí otorga a las teorías de la complejidad un espacio con creciente predominio dentro de las ciencias.

Un aspecto metodológico destacable del paradigma complejo lo constituye la necesidad de trabajar de manera interdisciplinaria. Según García (2006, 2011), la interdiscipliniedad representa un aspecto clave en la metodología compleja. El autor define al trabajo 'interdisciplinario' como la actividad que reúne a un grupo de investigadores con diversas especialidades pero que acuerdan responder desde cada especialidad a una serie de preguntas epistémicas básicas. En este caso, el acuerdo epistémico es anterior al diseño de investigación. A modo de ejemplo podrían preguntarse el cómo se produce un fenómeno determinado, el porqué se produce, cuándo se inicia el fenómeno, y demás. Estas preguntas presuponen un acuerdo epistemológico por parte de los distintos investigadores, generando así trabajos interrelacionados y con un contenido informativo coherente para la explicación de los fenómenos. Una situación distinta ocurre con los trabajos multidisciplinarios, que se suelen confundir con los anteriores, en los cuales cada investigador saca provecho de los datos de forma independiente y sin relación con el contexto de las demás disciplinas. Si bien este tipo de práctica puede ser valiosa para cada orientación particular, carece de relevancia desde la perspectiva compleja. Esto es así debido a que se pierde de vista la interrelación del tejido informativo del fenómeno estudiado.

Las razones del creciente impacto en ciencias biológicas de las teorías de la complejidad se deben a que los sistemas biológicos (que constituyen el eje de nuestro análisis) son sistemas no lineales y, por lo tanto, estas teorías parecen poder explicar de manera conveniente los fenómenos

naturales. La mayoría de los autores que proponen estas teorías sostienen que, en última instancia, la interpretación de los fenómenos naturales está en la mente del observador. Este aspecto se vincula con el rol del método experimental en el sentido de que un experimento es diseñado, pensado y realizado por el experimentador. Esto nos pone en la situación de pensar que éste, al diseñar el experimento, está proyectando sus creencias, dogmas, intereses, etc. En este sentido, los sesgos o los factores actuantes sobre la construcción del diseño experimental son evidentes.

Ahora bien, ¿presupone la complejidad descartar el método experimental? De ninguna manera, pues para las teorías de la complejidad la experimentación es una estrategia de abordaje accesoria para la comprensión de algunos aspectos puntuales del fenómeno estudiado, aunque no representa el único medio de acceder al conocimiento. Es más, el conocimiento obtenido a través de la experimentación puede constituir el punto de origen para abordajes más abarcativos como los realizados en estudios de campo. Por ejemplo, la experimentación en ratas puede permitir el análisis de la plasticidad del desarrollo durante la ontogenia y su alteración por factores nutricionales (dietas hipocalóricas, hipoproteicas, etc.), y entonces estos datos pueden constituir un conocimiento de referencia para estudios de campo. Así, los aportes conjuntos entre diversas especialidades permiten abordajes 'cuasicomplejos' en antropología, por ejemplo, los trabajos realizados en poblaciones mbyá-guaraní de Misiones que relacionan parasitosis intestinales, estado nutricional y crecimiento (Navone, et al., 1999, 2006; Zonta, et al., 2011). Las conclusiones de estas investigaciones permitieron obtener un conocimiento más acabado de las relaciones socioambientales de estas comunidades que las que se podrían haber obtenido por medio de prácticas individuales o exclusivamente experimentales. La razón de denominar 'cuasicomplejos' a estos estudios radica en que no queda claro si existieron acuerdos epistémicos previos, los cuales representan una condición necesaria en los estudios sobre complejidad.

Un punto de tensión entre teoría de la complejidad y experimentación proviene de los supuestos de los que parten, es decir, la integración e interrelación por una parte (complejidad) y, por la otra, la reducción (experimentación). Ambos suponen recorridos y metodologías diferentes. Así, por ejemplo, en el caso de la experimentación algunos autores aseveran que esta práctica no es guiada por teorías o por problemas de investigación formulados con anterioridad, sino por los intentos de los científicos para explorar las capacidades intrínsecas que los sistemas experimentales ofrecen (Rheinberger, 1997). Si esto fuera cierto, la experimentación sería una práctica inductiva en sentido débil, es decir, sería una especie de juego que intentaría explorar los alcances del método usado en situaciones diversas. Esto no se corresponde con las prácticas científicas llevadas a cabo en los laboratorios en donde se aplican diseños experimentales.

Detrás de la afirmación de Rheinberger parecería ocultarse una crítica acerca del contexto teórico del experimentador en el sentido de que existen experimentadores que realizan la práctica de manera mecánica sin conocer con exactitud el contexto teórico que subyace al diseño del experimento y que, por lo tanto, lo condicionan. En estos términos, la aseveración del autor sí parecería relacionarse con una práctica inductiva en sentido débil. Sería débil porque en la actualidad la ciencia hace uso de herramientas inductivas formalizadas a través del cálculo estadístico orientado a la contrastación de hipótesis. Y, según el esquema de Rheinberger, sería una actividad en cierto sentido vacía de contenido.

Vemos que no existe una confrontación entre complejidad y experimentación. La complejidad constituye un objeto complejo abordable por teorías de distinto nivel que se encuentran interrelacionadas en una estructura. Por otra parte, la experimentación es uno de los métodos que usa la ciencia para contrastar hipótesis. Por consiguiente, no existen obstáculos para utilizar la experimentación como una herramienta más en un estudio sobre complejidad.

CONCLUSIONES

La trayectoria argumental de este trabajo explora la relación de la metodología experimental con relación a la antropología biológica en el marco de las teorías de la complejidad. Se puede afirmar que la utilización del método experimental en antropología biológica quedó avalada con la distinción realizada por Pucciarelli entre sujeto y objeto experimental. Esta dicotomía es central debido a que fundamentó la utilización de la metodología experimental en ratas y primates con el objeto de extrapolar los resultados para comprender la problemática del crecimiento aplicada a humanos. Este salto conceptual requirió de un esfuerzo importante para demoler ciertos dogmas imperantes en su época, donde el método experimental constituía la herramienta más confiable en ciencia para contrastar hipótesis.

Ahora bien, con el surgimiento de las teorías de la complejidad, las disciplinas biológicas en general comienzan a producir cambios en cuanto a la visión de los fenómenos biológicos y a la forma de comprenderlos. El método experimental ha dejado de ser el único método capaz de validar el conocimiento científico debido, entre otros aspectos, a las críticas de Kuhn (1962) respecto al rol de las teorías y de las creencias de los experimentadores en el diseño de los experimentos y las conclusiones a las que llegan. En el marco de la complejidad, la experimentación constituye un método más, inserto en un corpus que comprende fenómenos ampliados. Si partimos de las definiciones previas de sistemas complejos puede apreciarse la tensión existente entre un sistema teórico integracionista (las

teorías de la complejidad) y el método experimental como forma de validación del conocimiento que es reduccionista y necesariamente fragmentario del sistema que estudia (organismo, organelas, vías metabólicas, etc.) Así, los ejemplos dados anteriormente en antropología biológica de campo permitieron comprender aspectos imposibles de abordar en el laboratorio. En cierto aspecto, Pucciarelli ya había visualizado este cambio al afirmar que:

si se admite que la complejización del objetivo presupone una diversificación de la metodología, debe concluirse que toda ciencia sufrirá con su desarrollo, una heterogeneización metodológica concomitante. En otros términos, puede decirse que el proceso de conocimiento condiciona la evolución del modo de conocimiento, el cual reaccionará sobre aquél en interacción constante (1974, p. 1-2)

Al continuar con su argumento, el autor asevera que:

esto vale para la antropología biológica, por cuanto su núcleo temático trata sobre la variabilidad biológica de la especie humana, como producto onto y filogenético de los procesos de evolución progresiva y adaptación ambiental, concomitantes de su interacción dinámica con las condiciones del medio bio-físico-cultural (gran ambiente) al cual se integra en unidad de síntesis" (Pucciarelli, 1974, p. 2).

Esto representa el reconocimiento de la complejidad en el campo de la antropología y se relaciona con un concepto clave en teoría de la complejidad que es el de la "construcción del conocimiento". En esta construcción cambian las cosmovisiones de la ciencia y también su práctica, lo que permite un salto cuali-cuantitativo en una disciplina.

Por lo expuesto a lo largo del trabajo podemos concluir que el método experimental posee un rol accesorio dentro de la antropología biológica entendida como una disciplina que estudia fundamentalmente fenómenos complejos. Estos fenómenos se complejizan aún más por el desarrollo y uso de las poblaciones humanas de la cultura, lo que constituye una propiedad de vital importancia frente a la adaptación de las poblaciones al ambiente. En síntesis, la tensión entre experimentación y teorías de la complejidad ocurre por un cambio de paradigma en el ámbito de la biología en general y de la antropología en particular.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las doctoras Susana Gisela Lamas, Marta Crivos y al doctor Guillermo Denegri por sus críticas y aportes a las ideas vertidas en el texto.

REFERENCIAS

- Bernard, C. (1959), *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Dressino, V. (1991), "Desarrollo craneofacial en *Saimiri sciureus* (Cebidae) y su alteración por factores nutricionales". Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- García, R. (2006), *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- García, R. (2011), "Interdisciplinariedad y sistemas complejos", *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1, 1. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (1991), *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Kuhn, T.S. (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Maienschein, J. (1986), "Arguments for experimentation in biology", *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1986, Volume Two: Symposia and Invited Papers, pp. 180-195.
- Mitchell, M. (2009), *Complexity: A Guided Tour*. New York: Oxford University Press.
- Navone, G.T., Crivos, M.A., Martínez, M.R., Digiani, M.C., Teves, L., Remorini, C., Sy, A. (1999), "El enfoque interdisciplinario en parasitología humana. Una experiencia en comunidades aborígenes Mbyá-Guaraní, provincia de Misiones, Argentina", en *Resúmenes del XIV Congreso Latinoamericano de Parasitología*. Acapulco, México, vol 29.
- Navone, G.T., Gamboa, M.I., Oyhenart, E.E., Orden, A.B. (2006), "Parasitosis intestinales en poblaciones Mbyá-Guaraní de la Provincia de Misiones, Argentina: aspectos epidemiológicos y nutricionales". *Cadernos de Saúde Pública* 22(5): 1089-1100.
- Oyhenart, E.E., Muñe, M.C., Pucciarelli, H.M. (1998), "Influence of intrauterine blood supply on cranial growth and sexual dimorphism at birth", *Growth, Development, and Aging* 62: 187-198.
- Pucciarelli, H. M. (1973), "Experimental technique for cranial deformation in growing rats", *Acta Physiologica Latinoamericana* 23: 141-147.
- Pucciarelli, H. M. (1974), "El método experimental en antropología biológica", *Etnia* 19: 1-7.
- Rheinberger, H. J. (1997), *Toward a History of Epistemic Things: Synthesizing Proteins in the Test Tube*. Stanford: Stanford University Press.
- Scarano, E. R. (2003), "El desarrollo y consolidación del paradigma experimental en antropología biológica", *RUÑA* XXIV: 7-26.
- Scarano, E. R., Pucciarelli, H.M., Crivos, M., Prati, M. (1994), "Estado actual de la experimentación antropológica en argentina", *INTERCIENCIA* 19(4): 191-195.
- Scarano, E. R.; Crivos, M.; Prati, M. (1996), "Papel del método experimental en la formación del antropólogo", *Revista Argentina de Antropología Biológica* 1(1): 127-138.
- von Bertalanffy, L. (1968, 2012), *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Washburn, S.L., Detwiler, S.R. (1943), "An experiment bearing on the problems of physical anthropology", *Am. J. Phys. Anthropol.* 1:171-190.

- Weber, M. (2005), *Philosophy of Experimental Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wigglesworth, J.S. (1964), "Experimental growth retardation of foetal rat", *J. Pathol. Bacteriol.* 88: 1-13.
- Zonta, M.L., Garraza, M., Castro, L., Navone, G.T.; Oyhenart, E.E. (2011), "Pobreza, estado nutricional y enteroparasitosis infantil: un estudio transversal en Aristóbulo del Valle, Misiones, Argentina", *Nutr. Clín. Diet. Hosp.* 31(2): 48-57.