

Epistemología e Historia de la Ciencia



# **Epistemología e Historia de la Ciencia**

Selección de Trabajos de las XXIII Jornadas

Volumen 19 (2013)

Hernán Severgnini  
José Gustavo Morales  
Diana Luz Rabinovich

Editores

Área Lógico–Epistemológica de la Escuela de Filosofía  
Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades  
Universidad Nacional de Córdoba

Severgnini, Hernán – Morales, José Gustavo – Rabinovich, Diana Luz (Editores)  
*Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las XXIII Jornadas.*  
Volumen 19 (2013)

ISBN 978-950-33-1073-1

Edición técnica: Federico Mina

Las Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia se han venido realizando anualmente y de forma ininterrumpida desde 1990. Son organizadas por docentes-investigadores pertenecientes al área Lógico-Epistemológica de la Escuela de Filosofía y el Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba. Toda correspondencia debe dirigirse a:

Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia  
C.C. 801  
5000 Córdoba (Argentina)

Correo electrónico:  
ejorn@ffyh.unc.edu.ar

Internet: <http://www.ffyh.unc.edu.ar/ejorn/>

Severgnini, Hernán  
Epistemología e historia de la ciencia: selección de trabajos de las XXIII Jornadas / Hernán Severgnini ;  
Gustavo Morales ; Diana Rabinovich ; adaptado por Hernán Severgnini ; Gustavo Morales ; Diana  
Rabinovich. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2013.

493 p.; 21x17 cm.

ISBN 978-950-33-1073-1

1. Epistemología. 2. Historia de la Ciencia. 3. Lógica. I. Morales, Gustavo II. Diana Rabinovich III.  
Severgnini, Hernán, adapt. IV. Morales, Gustavo, adapt. V. Diana Rabinovich, adapt. VI. Título  
CDD 509

Fecha de catalogación: 27/09/2013

## Prólogo

Este volumen es el resultado de una tarea de selección de trabajos expuestos en las XXIII Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia, celebradas en el año 2012. Como tal, es una muestra de parte importante de la discusión que se realiza en nuestra región sobre las ciencias. Es, además, la continuación de encuentros donde han confluído diversos estilos de trabajo de distintas temáticas históricas y epistemológicas. Esperamos que este volumen contribuya a enriquecer la discusión en tal sentido.

Para formar parte de esta publicación, los trabajos han sido sometidos a evaluación anónima, por la cual, en numerosos casos, los evaluadores han sugerido modificaciones y mejoras a los autores. Los editores hemos tomado recaudo en observar si dichas modificaciones han sido aplicadas a los trabajos, y en los casos donde la evaluación fue negativa, los trabajos fueron sometidos a segundo e incluso a tercer referato, para tomar una decisión final. Por ello, como editores, queremos agradecer a aquellos que aceptaron ser evaluadores, y que, a pesar de la premura propia de las tareas de edición, han podido responder en tiempo y forma, haciendo posible esta publicación.

Esta publicación se ha realizado con el apoyo económico de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba.

Además, queremos agradecer a dos personas que han colaborado en la tarea de edición: a Penélope Lodeyro, por haberse desempeñado como Secretaria de Publicación, con eficiencia y diligencia, y a Federico Mina, por su habilidad en la tarea de Edición Técnica de la publicación.

Este volumen constituye el último de su serie, debido a que posteriores publicaciones, que garanticen su continuidad, se realizarán bajo otros formatos. Como editores de este último volumen, queremos agradecer al Comité Académico de las Jornadas por habernos confiado esta labor, que constituye una suerte de finalización de una modalidad de presentación de los resultados de las Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia.

Hernán Severgnini  
José Gustavo Morales  
Diana Luz Rabinovich

Córdoba, septiembre de 2013



## INDICE

¿QUÉ TIPOS DE NIVELES POSTULAR EN LAS EXPLICACIONES EN CIENCIAS COGNITIVAS? José Ahumada e Itatí Branca .....	12
ELECCIÓN SOCIAL, DECISIVIDAD Y SIMETRÍA Marcelo Auday .....	22
EL PAPEL DE LOS GESTOS EN LA RELACIÓN DE EMPATÍA Irene Audisio .....	29
LECTURA DE LA MENTE EN CHIMPANCÉS: RESPUESTAS AL PROBLEMA LÓGICO A PARTIR DE EVIDENCIA RECIENTE Pamela Barone .....	37
APUNTES PARA LA RELACIÓN ENTRE SOCIOGÉNESIS DEL CONOCIMIENTO Y SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA Gastón Becerra .....	45
UNA DESCRIPCIÓN DE LA APARIENCIA DEL MUNDO CLÁSICO SIN APELAR A LÍMITES REDUCTIVOS Guido Bellomo y Sebastián Fortin .....	53
REALISMO CIENTÍFICO Y TEORÍA DE LA REFERENCIA: UNA CRÍTICA AL DESCRIPTIVISMO CAUSAL DE STATHIS PSILLOS Bruno Borge .....	63
EL MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO Y LA INFERENCIA A LA MEJOR EXPLICACIÓN Juan Ernesto Calderón.....	70
ENTRE REPRESENTAR E INTERVENIR: EL CONCEPTO DE MIDDLE GROUND SEGÚN LA PROPUESTA DE EMILY GROSHOLZ Federico Castellano .....	76
LOS PROBLEMAS EPISTEMOLÓGICOS EN LA TEORÍA DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES: LA DEFINICIÓN, EL MARCO EPISTÉMICO Y LA RELACIÓN CON LO REAL José Antonio Castorina .....	85
LA INFLUENCIA DE CONDILLAC EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN LA ARGENTINA (1810-1830) Jorge Norberto Cornejo y Haydée Santilli .....	93

SOBRE UNA FUNDAMENTACIÓN NO-REFLEXIVA DE LA MECÁNICA CUÁNTICA Newton da Costa y Christian de Ronde .....	101
SOBRE EL PROBLEMA DE LA REPRESENTACIÓN EN LA FÍSICA CUÁNTICA Y LA JUSTIFICACIÓN DEL “SENTIDO COMÚN” Christian de Ronde .....	109
VIEJAS PREGUNTAS PARA EL PROGRAMA MINIMALISTA Cecilia Defagó .....	117
RELACIONES SUBDISCIPLINARES Y UNIDAD DE LA BIOLOGÍA María José Ferreira y Guillermo Folguera .....	124
LEYES E INFERENCIAS INDUCTIVAS Rodolfo Gaeta y Susana Lucero .....	132
ESTRATEGIAS EXPLORATORIAS: EXPERIMENTOS, SIMULACIONES E INSTRUMENTOS Pío García y Marisa Velasco .....	140
CONSECUENCIAS EPISTEMOLÓGICAS DEL CONCEPTO DE INTERPRETACIÓN EN LOS ESTUDIOS SOCIALES: EL ENFOQUE HERMENÉUTICO CRÍTICO DE RICOEUR Carlos Emilio Gende .....	148
LA MODALIDAD DEL EMPIRISMO CONSTRUCTIVO Nélida Gentile y Bruno Borge .....	157
LAS FRACCIONES UNITARIAS EN LA MATEMÁTICA DEL ANTIGUO EGIPTO Héctor Horacio Gerván.....	165
EL LUGAR EPISTEMOLÓGICO DE LAS COINCIDENCIAS HISTÓRICAS Alan Heiblum Robles .....	176
UN JOVEN <i>AUTOMATON</i> EN DEFENSA DEL <i>ERROR</i> Y LAS ANALOGÍAS DE SU PADRE, DR. JOHN VON NEUMANN Andrés Ilčić .....	183
LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN Y LA MEDICINA EN LA GUERRA Gabriela Klier y Guillermo Folguera .....	191

LA CLASIFICACIÓN PERIÓDICA, LA REGLA DE MADELUNG Y LA POSICIÓN DE LOS ELEMENTOS “PROBLEMÁTICOS” Martín Labarca y Alfio Zambon .....	199
EL PAPEL ACTIVO DE LOS MODELOS EN CIENCIA Y EN TECNOLOGÍA Héctor Lacomí y Olimpia Lombardi .....	208
EXPERIMENTACIÓN EN ÉTICA Guillermo Lariguet.....	216
AGENCIA Y REALISMO CRÍTICO: INCORPORANDO GRUPOS Y ESTRUCTURAS SOCIALES AL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES Esteban Leiva .....	222
TEORÍA SOCIAL Y PODER: LA POLÉMICA EPISTEMOLÓGICA DE UN ENFOQUE RADICAL Esteban Leiva, Pastor Montoya y Eduardo Sota.....	231
USO DE SOFTWARE PARA LA REPRESENTACIÓN DE ARGUMENTOS EN LÓGICA INFORMAL Diego Letzen, Alba Massolo y Federico Ferrero .....	239
MECÁNICA CLÁSICA Y RELATIVIDAD ESPECIAL: ESPACIO, TIEMPO Y MASA Cristian López .....	247
¿CUÁNTICA CON O SIN POSTULADO DE COLAPSO? Marcelo Losada, Leonardo Vanni y Roberto Laura .....	255
FÍSICA ARIA VERSUS FÍSICA JUDÍA: UN CASO HISTÓRICO NOTABLE (Y DEPLORABLE) Vicente Menéndez .....	261
TESTIMONIO Y FILOSOFÍA NATURAL EN LA MODERNIDAD: UNA CRÍTICA A LA TESIS DE SHAPIRO Federico Míña .....	267
ACERCA DEL ESTATUS EMPÍRICO DE LA EXTINCIÓN BIOLÓGICA Hugo Germán Monzón .....	276
DEFINICIONES Y ESTRUCTURAS ARGUMENTATIVAS EN EL ANÁLISIS: LEIBNIZ Y EL CASO DE LA CUADRATURA DEL CÍRCULO José Gustavo Morales y Matías Saracho .....	283

PROPIEDADES DEL PARADIGMA DE PARTÍCULAS EN MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA Osvaldo Moreschi .....	293
EL DILEMA DEL VIAJERO Y LA NOCIÓN DE RACIONALIDAD EN TEORÍA DE JUEGOS: UN ANÁLISIS NORMATIVO INFORMADO POR RESULTADOS EXPERIMENTALES Rodrigo Moro y Marcelo Auday .....	304
DE LO QUE SE PUEDE HACER CON NÚMEROS: EL MÉTODO DE CUADRATURAS ARITMÉTICAS DE JOHN WALLIS Erika Rita Ortiz .....	312
UNA CONCEPCIÓN ESENCIALISTA DE LAS LEYES Ricardo Orzeszko .....	320
EL SENTIDO DEL TÉRMINO COALESCENCIA EN LA CONTROVERSIA ENTRE NEWTON Y HOOKE Juan Carlos Patoco.....	327
ALGUNOS PUNTOS DE CONTROVERSIA SOBRE LA MEDICIÓN EN PSICOLOGÍA: PRODUCCIÓN DE NÚMEROS Y PRODUCCIÓN DE HIPÓTESIS Diana Luz Rabinovich .....	334
¿EL CONCEPTO DE NICHOS COMO PUENTE ENTRE LA ECOLOGÍA Y LA EVOLUCIÓN? Constanza Rendón y Gabriela Klier .....	342
REPASANDO EL ROL DE LOS EXPERIMENTOS IMAGINARIOS EN CIENCIA Julián Reynoso .....	350
ELECTRICIDAD EN LOS ALAMBRES Y SINCRONIZACIÓN DEL TERRITORIO A FINES DEL SIGLO XIX EN LA ARGENTINA Marina Rieznik .....	359
LA PREHISTORIA DEL GAUGE Víctor Rodríguez y Pedro Lamberti .....	367
LINGÜÍSTICA Y LENGUAS DE SEÑAS: UN RECORRIDO A TRAVÉS DE SUS DIFERENTES CONCEPCIONES Mayra Roso .....	376
CAVELL Y LOS CRITERIOS: UNA PERSPECTIVA SEMÁNTICA Juan Manuel Saharrea .....	384

LA VERSIÓN JAMESIANA DE LAS EMOCIONES DE J. PRINZ Y LA LECTURA DE EMOCIONES Zoé Sánchez .....	390
EL MÉTODO DE LA MORAL Y EL DERECHO: SU FUNDAMENTO EN LA AGENCIA UNIFICADA Hugo Omar Seleme .....	399
EL CONFUSO LEGADO DE NEWTON Leonardo Shapoff .....	407
<i>EL ORIGEN DEL HOMBRE</i> DE DARWIN Y LA UBICACIÓN DE LA MUJER Rosario Sosa .....	415
CAUSALIDAD, GENERALIZACIONES PROBABILÍSTICAS Y CONFIRMACIÓN Adriana Spehrs .....	423
LA FUNCIÓN DEL <i>HORIZONTE</i> EN LA OBSERVACIÓN DEL CIELO DURANTE LA MODERNIDAD (S. XVI Y XVII) Aníbal Szapiro .....	431
LA INEXISTENTE INTERPRETACIÓN DE COPENHAGUE DE LA MECÁNICA CUÁNTICA Nahuel Sznajderhaus .....	439
LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN EN EL CONTEXTO HISTÓRICO-POLÍTICO DE LAS CIENCIAS (DISCIPLINAR Y NORMALIZAR) Eddie Ivan Torres Leal .....	448
CAUSACIÓN, CONTRAFÁCTICOS Y ESENCIALISMO Juan Pablo Vazquez .....	457
ACERCA DE LA NECESIDAD Y UTILIDAD DE UN NIVEL DE EXPLICACIÓN PERSONAL EN PSICOPATOLOGÍA: EL CASO DEL DELIRIO DE CAPGRAS Emilia Vilatta .....	465
CREATIVIDAD Y EMPATÍA: ENTRE LA RAZÓN Y LA SINRAZÓN Sandra Visokolskis .....	474
¿SON LOS “PRINCIPIOS DE LA RAZÓN” SESGOS ASOCIADOS A EMOCIONES MORALES? María Natalia Zavadvivker .....	482

## **Estrategias exploratorias: experimentos, simulaciones e instrumentos**

*Pío García \* y Marisa Velasco \**

### **Introducción**

La descripción y análisis de las prácticas científicas constituye una parte importante del trabajo de la filosofía de la ciencia reciente, reivindicándose a la ciencia como proceso y como una actividad en constante cambio. A pesar de esto, no resulta sencilla la articulación de categorías conceptuales que acompañen esta perspectiva de análisis. Una forma de contribuir en esta dirección es prestando atención a las estrategias llevadas adelante en las prácticas científicas. Este enfoque permite poner en primer plano aspectos metodológicos de la ciencia así como aspectos epistémicos. En trabajos anteriores hemos iniciado un análisis de las estrategias exploratorias. En el presente trabajo mostramos algunos ejemplos de cómo las estrategias exploratorias juegan también un papel importante para analizar el rol de los instrumentos en las prácticas de laboratorio y esbozamos un primer análisis desde esta perspectiva en las simulaciones computacionales. Comenzaremos nuestro trabajo marcando un contraste entre experimentos y estrategias exploratorias. En segundo lugar, nos preguntaremos qué aspectos de los instrumentos serán relevantes a los fines de esta investigación para lo cual consideraremos brevemente algunas propuestas recientes de la filosofía de los instrumentos. Finalmente, esbozaremos una caracterización de las estrategias exploratorias con especial énfasis en los artefactos utilizados en contextos interventivos.

### **Estrategias exploratorias y experimentos**

La noción de exploración en ciencia no ha sido abordada con detenimiento en la literatura filosófica. Sin embargo, es posible encontrar reflexiones acerca del rol de la exploración en ciencia en el marco de diversas propuestas de clasificación de los experimentos científicos. Es un lugar común que aparezca la categoría de “experimento exploratorio” dentro de muy variadas clasificaciones de experimentos. Algunos filósofos de la ciencia (cf. Burian, 2007; Elliott, 2007; Franklin, 2005; O'Malley, 2007; Peschard, 2009; Steinle, 1997, 2002; Waters, 2007) han intentado una elucidación de los experimentos exploratorios que presupone caracterizaciones de la noción de exploración, de la que se pueden rescatar algunos aspectos para una indagación de la exploración en ciencia.

A partir de la discusión acerca de lo que distingue a los experimentos tradicionales de los exploratorios se problematiza la cuestión de las dimensiones que deberían tomarse en cuenta para este análisis. Por ejemplo, Franklin sostiene que los experimentos exploratorios son los que los científicos realizan “no teniendo una teoría particular acerca de los efectos de su intervención en los valores que miden” (Franklin 2004:9). Steinle, en la misma línea,

---

\* UNC

sugiere que hay diseños experimentales que están “guiados por la teoría” (*theory driven*) y otros que no, estos últimos serían los experimentos exploratorios (Cf. Franklin 2005: 888; Steinle 1997: S69; 2002: 418). Sin embargo, la misma literatura que ve en la guía teórica el criterio de discriminación también pone de relieve otros aspectos tales como la *función* de estos experimentos, sus *usos* o las *expectativas* de los experimentadores.

Otro aspecto sobresaliente en esta discusión es la puesta en relieve de los aspectos metodológicos de estas prácticas. Steinle, por ejemplo, destaca: la variación de parámetros, la determinación de condiciones experimentales “indispensables” y modificables, la búsqueda de reglas empíricas estables y de representaciones apropiadas para estas.

Tanto los aspectos recién mencionados como aquellos referidos a las funciones, expectativas y usos en el contexto experimental pueden estructurarse en términos de estrategias de indagación o tanteo. Esta estructuración permitiría agrupar las distintas formas de exploración desde una perspectiva unificada resaltando su eventual significado metodológico.

Tomemos por ejemplo una de las actividades señalada como típica en un experimento exploratorio: la variación de parámetros. La variación de parámetros puede hacerse con diferentes objetivos, desde la calibración de un instrumento de medida hasta la pretensión de obtener alguna regularidad empírica. Ahora bien, el *objetivo* de un experimento puede hacer a un experimento un experimento exploratorio aunque sea llevado adelante bajo fuertes restricciones teóricas. Poner el acento en los objetivos y las funciones de los experimentos nos facilita la distinción entre las estrategias exploratorias que forman parte no sólo de los experimentos exploratorios, sino también de experimentos con finalidades diferentes como por ejemplo, la confirmación de hipótesis. Este punto parece relevante por diferentes razones. En el análisis de casos que suele acompañar la caracterización de los experimentos exploratorios se nota una confusión entre lo que podríamos denominar la tipología de los experimentos exploratorios y las estrategias de búsqueda y exploración. Parece claro que hay formas de búsqueda y exploración que son parte de experimentos no exploratorios, así como de otras prácticas científicas no experimentales. Es posible, entonces, tomar el espacio de las estrategias exploratorias como un ámbito de discusión y análisis que está fuertemente vinculado con contextos como el de los experimentos exploratorios, pero que también podría ser un aspecto relevante de buena parte de la actividad científica.

### **Estrategias exploratorias en las prácticas científicas: instrumentos**

En el ámbito de los experimentos exploratorios se puede también destacar la incidencia de los instrumentos para la indagación exploratoria. Franklin (2005) ha indicado que la adopción de determinados instrumentos suele estar acompañada por un incremento en las “prácticas exploratorias” experimentales. Es claro que hay instrumentos que favorecen la exploración. Ahora bien ¿qué formas de exploración favorecen? Intentar responder a esta pregunta presupone alguna aproximación a otra cuestión: ¿qué aspectos de los instrumentos deberían considerarse para entender su rol en la exploración?

La literatura filosófica acerca de instrumentos se ha concentrado principalmente en los aspectos que tienen que ver con la confiabilidad de los mismos o con problemas ontológicos (Cfr. Harré (2003, 2010), Boumans (2004), Baird (2004, 2010), Humphreys (2004)). Así, por ejemplo, para Rom Harré entre el “equipamiento” que se necesita para la actividad experimental tendríamos “instrumentos” y “aparatos”. Los instrumentos son aquellos que tienen un vínculo causal con el “mundo” - para detectar o medir- mientras que los aparatos establecen una relación de “modelización” con lo empírico<sup>1</sup>. Baird, en una perspectiva más epistémica, propone una taxonomía de instrumentos: los de tipo representacional (modelos) con “conocimiento práctico” y los de medición. Esta clasificación está ligada a la tesis de la “objetivación” del conocimiento que se evidenciaría en los instrumentos. La característica central de esta objetivación es la posibilidad de generar conocimiento.

Más prometedoras parecen aquellas perspectivas que destacan la relevancia de las *funciones* de los instrumentos como el enfoque dual sobre artefactos (Kroes, Meijers 2006). A nuestros fines parece más relevante la relación que se puede establecer entre la propuesta de Simon (Newell, Simon 1972) de entender a los artefactos como una “interface” entre medio *interno*, *externo* y *propósitos* y la contrapropuesta de Kroes de resaltar el ámbito de las intencionalidades humanas. Para Kroes este último contexto está a su vez constituido por un contexto de *diseño* y de *uso*. De este modo, la función puede ser el resultado de la estructura física del artefacto en su relación con el contexto de *diseño* o con el contexto de *uso*.

Houkes y Vermaas (2010) sugieren que la noción de “función” es insuficiente para caracterizar a los artefactos tecnológicos. En su lugar proponen la noción de “plan de uso”, que son acciones realizadas para obtención de un objetivo. Esta noción tendría la ventaja, según sus autores, de vincular el contexto de *diseño* con el de *uso*. Siguiendo una sugerencia de Simon (Newell, Simon 1972), la interface entre medio interno y externo o la función del artefacto en referencia a su estructura interna y a su contexto de diseño y de uso, podría ser caracterizada en términos de estrategias procedimentales o estructurales de acuerdo con los objetivos de nuestro trabajo.

A partir de lo dicho hasta aquí sobre instrumentos parece que algunos aspectos podrían considerarse relevantes para analizar las formas de exploración: las funciones del instrumento, los contextos de diseño y de uso.

Abordemos ahora la segunda cuestión que planteábamos al comienzo de esta sección, las formas de exploración.

### **Formas de exploración**

En el contexto del presente trabajo consideraremos como “estrategia exploratorias” a cualquier recurso o actividad que permita realizar una exploración. Lo importante es cómo caracterizar estos modos de exploración<sup>2</sup>.

Como ya dijimos en otro trabajo (García, Velasco 2010), una primera forma de caracterizar a las estrategias exploratorias es en términos de aquello que buscan (qué exploran), de la forma en la cual realizan esa función (cómo exploran) y la finalidad para la cual lo realizan (para qué lo exploran).

Una segunda forma de caracterizar a las estrategias exploratorias sería atendiendo a la estructura de la búsqueda – o si se prefiere a las restricciones en el “buscador”- y a la estructura del medio en el cual se pretende buscar – las restricciones del espacio de búsqueda. Esta forma de entender a las estrategias exploratorias puede instanciarse como reglas de búsqueda o heurísticas. La *estructura* de la regla de búsqueda permitiría dar cuenta de parte de la capacidad restrictiva de la estrategia exploratoria. En general esta manera de explorar toma una forma “procedimental”. Pero también podemos explorar por medio de la construcción criteriosa de un espacio de exploración o a través de la limitación del tamaño de dicho espacio. Esta manera de explorar privilegia la “estructuración” de un espacio.

Veamos un par de ejemplos. Instrumentos como los secuenciadores de ADN o los llamados chips de microarrays pueden servir para ilustrar algunas de las formas de exploración en ciencia. O'Malley (2007), en el contexto de la discusión acerca de experimentos exploratorios, presenta un caso dentro del campo de lo que se suele denominar “metagenómica”. El caso en cuestión tiene que ver con el descubrimiento del gen proteorhodopsin en bacterias marinas. La metagenómica se puede caracterizar por la forma en cual se seleccionan las muestras que serán examinadas. Bajo el supuesto de que la diversidad genómica no queda suficientemente representada por los medios de clonación de cultivos utilizados para secuenciar la información genética, se utilizan muestras tomadas de algún medio “natural” que resulte relevante para la investigación. En esta forma de recolectar muestras puede verse un primer sentido de exploratorio ligada a la selección del espacio en donde se realizará la investigación. Esta consideración se refuerza cuando se compara este “medio” muestral con el espacio de muestras cultivadas en donde los protocolos experimentales tienden a favorecer su “aislación”. Además se podría sugerir un segundo sentido de exploración asociado con la secuenciación de las muestras. Esta secuenciación para actividades como la metagenómica se suele realizar con aparatos del tipo 454 FLX<sup>3</sup>. Esta clase de aparatos permite *automatizar* y *paralelizar* la aplicación de técnicas de secuenciación. Desde hace varios años se utiliza una técnica de secuenciación en paralelo (secuencia “masiva” Sanger y pirosecuenciación masiva paralela) que suele verse como un complemento adecuado para los objetivos de la investigación en metagenómica. Pero en el caso de los aparatos, no sólo deben destacarse los aspectos vinculados con las funciones, derivadas del contexto de diseño y de uso, sino la configuración “física” del mismo. En este caso, el instrumento es un secuenciador de ADN, pero a partir de la configuración de la familia de aparatos 454, se puede implementar una forma de paralelismo bajo la cual se puede entender la exploración en este caso<sup>4</sup>. La configuración de estos aparatos incluye evidentemente aspectos “físicos”, pero también estrategias corporizadas en técnicas, a diferencia de lo que sostenía el programa dual. Este aspecto particular puede verse con mayor claridad en el próximo ejemplo.

Franklin cita en el contexto de los experimentos exploratorios el uso de lo que se denomina “microarrays” (chips de ADN). Franklin destaca el uso de este instrumento en la investigación del papel de ciertas proteínas en el ciclo celular. Este instrumento consiste de una “plancha” de un material que pueda servir como “grilla” para las muestras que van a ser

analizadas. Estas planchas deben ser construidas con algún material que permita la fijación del ADN. Por el carácter paralelo de esta técnica suele servir para investigar “la expresión diferencial de los genes”. El nivel de expresión genética es medido por medio de una “sonda” (*probe*) que se le añade a la muestra que desea investigar y que ha sido “marcada” (con algún medio fluorescente o radioactivo). Estas marcas son analizadas en una imagen que nos indicará el nivel de expresión genética. El aspecto diferencial de la expresión genética puede investigarse cambiando las condiciones (en células con o sin alguna alteración particular). Los aspectos funcionales relacionados al contexto de diseño y de uso son reconocibles en un instrumento como los chips de ADN, y también aparece aquí la “implementación” de diferentes tipos de técnicas. El primer aspecto exploratorio que se puede señalar en este contexto tiene que ver con la configuración del espacio en donde se va a realizar la secuenciación. Pero, este aspecto aparece más claramente cuando se compara esta técnica con aquella que le dio origen: Northern y Southern blot. En principio la única diferencia entre ambas técnicas es que ésta última sólo permite el estudio de los genes “uno a la vez”. Pero hay otro aspecto exploratorio que se puede señalar aquí y tiene que ver el diseño de la configuración de muestras de los chips de ADN. Por la cantidad de muestras disponibles, el diseño de estas etapas previas se suele realizar con la ayuda de software especializado que permite implementar estrategias que se consideran apropiadas para la exploración. Así, se puede adoptar algún criterio de diversidad - por ejemplo por homología- y aplicarlo para construir una muestra. En este sentido, hay una relación entre los diseños de las muestras y las formas de explorar.

Avancemos ahora con una elucidación más cuidadosa de la primera caracterización que hacíamos de estrategias exploratorias. Podría afirmarse que los aspectos *funcionales* de dichas estrategias sólo aparecen ligados con el tercer ítem (para qué exploran) de la primera caracterización. Pero, a partir de la sugerencia de Houkes y Vermaas acerca de los instrumentos, dar cuenta de manera adecuada de los aspectos funcionales requiere de una explicitación de los *modos en los cuales se realiza la exploración* y ciertamente del *objetivo de la exploración*. A su vez el primer aspecto de la primera caracterización de las estrategias exploratorias (qué buscan) podría entenderse como haciendo referencia a la disciplina científica particular en donde son utilizadas - química, física o cualquier otra- o al objetivo principal del experimento o de la actividad realizada. Pero este no parece ser su significado principal. Si un diseño experimental utiliza una variación de parámetros con la finalidad de calibrar un instrumento, entonces la estrategia exploratoria supuesta aquí *parece tener como objeto el instrumento mismo* (o al menos algunos contextos relevantes para aumentar la precisión o la exactitud del instrumento). Desde este punto de vista se pueden ver también las actividades de exploración involucradas en diferentes aspectos del diseño y ejecución de un experimento u otras actividades científicas. Entre estas últimas se puede señalar la situación en la cual se exploran modelos, esto es, se exploran, por ejemplo, los límites de un modelo, la aproximación empírica de un modelo, el ajuste de un modelo con otros modelos, etc. Asimismo este aspecto de las estrategias exploratorias puede tener un entramado más sofisticado. Por ejemplo, cuando consideramos el ámbito de las simulaciones

computacionales, podemos tener, y típicamente es el caso, estrategias exploratorias a diferentes niveles y, en este sentido, la pregunta acerca de qué buscan dichas estrategias tiene una respuesta distinta en cada uno de los mencionados niveles, aunque tengamos un mismo objetivo general en el nivel “superior” de la simulación computacional. Parece que una de las ventajas de las simulaciones computacionales es generar mundos posibles en contextos plausibles. Un ejemplo podría ser el reseñado en un trabajo anterior (García, Velasco 2012) acerca de las extinciones masivas en el pleistoceno. La simulación construida por Alroy (2001) tomando una hipótesis de Martín (1973) en relación a escenarios posibles que relacionan predadores como posibles causas de extinciones masivas, conlleva la generación de dichos escenarios a partir de la variación de parámetros. La construcción de los escenarios posibles en esta simulación- por medio de la variación de parámetros- puede considerarse una forma de exploración.

Es más, si la generación de contextos en las simulaciones computacionales incluye no sólo elementos plausibles, sino también aspectos que pueden ponerse a prueba de manera efectiva, entonces permitirían el diseño e implementación de experimentos. Por ejemplo, la sucesión de simulaciones y experimentos en la constitución de nanopartículas bimetálicas (Mariscal, Oldani, Dassie, & Leiva, 2008) puede verse de esta manera. Las nanopartículas bimetálicas han despertado el interés de los investigadores por su potencial capacidad catalítica (Mariscal et al., 2008: 89). Uno de los problemas centrales es la *generación* de estas nanopartículas. A través de algunas simulaciones se ha propuesto que dicha generación puede ser a través de un proceso de colisión, en lugar de un modelo de “agregación” como es habitual. Simulaciones de un proceso de constitución de nanopartículas sugieren *posibles experimentos para poner a prueba estos mundos posibles*<sup>5</sup>.

En cuanto al segundo aspecto de la primera caracterización de las estrategias exploratorias, – cómo realizan la exploración-, aquí se pueden considerar diferentes tipos de búsqueda, exploración e indagación. Prácticamente todo lo considerado en el breve esbozo de tipología de estrategias podría entrar dentro de este punto, esto es tomando en cuenta las restricciones en la búsqueda y en la estructuración del espacio en donde se realiza la misma.

El tercer aspecto de la primera caracterización de las estrategias exploratorias – para qué se realiza la exploración – es importante porque nos permite subrayar una faceta de la relación entre estrategias exploratorias y otras actividades científicas como la experimentación. Podríamos tener un experimento cuyo diseño o calibración supuso estrategias exploratorias, pero cuyo objetivo final sea poner a prueba o confirmar una hipótesis dada. Al menos en principio, dada la complejidad de los diseños experimentales actuales y los diferentes niveles a veces involucrados, puede que haya estrategias exploratorias en un nivel de ejecución, aunque el objetivo del experimento en sí sea otro.

Es importante destacar un punto que hemos señalado varias veces en este apartado: la indagación en las formas en las cuales se explora favorece la adopción de un punto de vista metodológico sistemático en relación con los vínculos entre el diseño, los objetivos centrales de la actividad - experimento o simulación- y su contexto de uso. Este punto de vista metodológico estaría representado por las estrategias utilizadas. El que estas estrategias

tengan un carácter exploratorio -y en este sentido una función específica y relevante- queda, a veces, invisibilizado por el diseño o los objetivos principales.

Es más, la relación entre contextos de diseño y de uso con los objetivos aparece como natural en relación con lo que discutíamos en la sección anterior. Sólo que en este contexto habría que sumarle la importancia de la estructura y condiciones físicas del instrumento como una variable relevante.

---

## Notas

<sup>1</sup> Un termómetro de mercurio y un calorímetro ilustran respectivamente ambos tipos de “equipamiento”, y sus diferencias en cuanto a cómo se relacionan con “el mundo” servirían para caracterizar tipos de razonamiento analógico.

<sup>2</sup> Es importante no restringir la noción de estrategia a una implementación de reglas o a alguna otra estructura de carácter procedimental.

<sup>3</sup> En nuestro país desde 2010 hay un secuenciador de este tipo en el Instituto de Agrobiotecnología de Rosario (INDEAR).

<sup>4</sup> Primero se corta el ADN a amplificar en fragmentos de 100 bases con las cuales se cubren pequeñas cavidades (“cuentas”), luego, se le agrega a dichas cuentas nucleótidos. Si este último agregado es complementario a las bases, se activa un proceso lumínico que permite su detección (la enzima luciferasa).

<sup>5</sup> De hecho, a partir de las simulaciones citadas se realizaron experimentos para generar nanopartículas por colisión.

## Bibliografía

- ALROY, J. A multispecies overkill simulation of the end-Pleistocene megafaunal mass extinction. *Science*, **292**(5523): 1893, 2001.
- BAIRD, D. *Thing knowledge: a philosophy of scientific instruments*. University of California Press, 2004
- BAIRD, D. Engineering Realities. *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, **4**(1), 94–110, 2010.
- BOUMANS, M. The Reliability of an Instrument. *Social Epistemology* **18**(2 & 3): 215 – 246, 2004.
- BURIAN, R. On microRNA and the need for exploratory experimentation in post-genomic molecular biology. *History and philosophy of the life sciences*, **29**(3), 1-24, 2008.
- ELLIOTT, K. Varieties of exploratory experimentation in nanotoxicology. *History And Philosophy Of The Life Sciences*, **29**(3), 313–336, 2007.
- FRANKLIN, L. R. Exploratory experiments. *Philosophy of Science*, **72**(5), 888–899, 2005.

- 
- GARCÍA, P. & VELASCO, M. Estrategias exploratorias y experimentos exploratorios. *Jornadas Rolando Chuaqui*, Valparaíso, Chile, 2010.
- HARRÉ, R. The Materiality of Instruments in a Metaphysics for Experiments, pp. 19-38 en: RADDER, H. [comp.] *The Philosophy of Scientific Experimentation*, 2003.
- HARRÉ, R. Equipment for an Experiment. *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, **4**(1), 30–38, 2010.
- HOUKES, W., and Vermaas, P. *Technical Functions: On the Use and Design of Artifacts*, vol. 1 of *Philosophy of Engineering and Technology*. Springer, 2010.
- HOUKES, W., KROES, P., MEIJERS, A., & VERMAAS, P. Dual-Nature and collectivist frameworks for technical artefacts: a constructive comparison. *Studies In History and Philosophy of Science Part A*, **42**(1), 198–205, 2011.
- HUMPHREYS, P. *Extending ourselves: computational science, empiricism, and scientific method*. New York: Oxford University Press, 2004.
- KROES, P., & MEIJERS, A. The Dual Nature of Technical Artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, **37**(1), 1–4, 2006.
- MARISCAL, M., OLDANI, N., DASSIE, S., & LEIVA, E. Atomistic computer simulations on the generation of bimetallic nanoparticles. *Faraday discussions*, **138**, 89–104, 2008.
- MARTIN, P. The discovery of America. *Science*, **179**(4077), 969, 1973.
- NEWELL, A. & SIMON, H. *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- O'MALLEY, M. Exploratory experimentation and scientific practice: Metagenomics and the proteorhodopsin case. *History and philosophy of the life sciences*, **29**(3), 337–360, 2007.
- PESCHARD, I. Modeling and Experimenting, 2009, en: <http://philsci-archive.pitt.edu/5111/>
- RADDER, H. *The Philosophy of Scientific Experimentation*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2003.
- STEINLE, F. Entering new fields: Exploratory uses of experimentation. *Philosophy of Science*, **64**(4), S65, 1997.
- STEINLE, F. Experiments in history and philosophy of science. *Perspectives on Science*, **10**(4), 408–432, 2002.
- VELASCO, M., & GARCÍA, P. Simulaciones computacionales: la relevancia de sus usos y contextos. En SALVATICO, L., PESENTI, L. & BOZZOLI, M. (Eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las XXII Jornadas*, 2012.
- WATERS, C. The nature and context of exploratory experimentation: An introduction to three case studies of exploratory research. *Hist. Phil Life Sci.*, **29**(3), 275–284, 2007.