

---

## PRESENTACIÓN

***Quaderns de Ciències Socials*** es una publicación trimestral de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Valencia. Su objetivo es divulgar las investigaciones realizadas en el seno de las titulaciones que agrupa la mencionada Facultad y, consiguientemente, en sus diversas áreas de conocimiento -Sociología, Derecho del Trabajo y Seguridad Social, Economía Aplicada, Organización de Empresas y Trabajo Social-.

Esta publicación pretende dar a conocer y difundir los resultados de investigación mediante un doble proceso que conjugará, por una parte, la edición y, por otra, la discusión de dichos resultados. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

Selección de los trabajos de investigación y **publicación del número de Quaderns.**

Convocatoria de un **seminario de trabajo** en la que se presentará y discutirá la investigación publicada. Esta reunión será convocada por el Consejo de Redacción y anunciada en el propio ejemplar de la publicación y a través de carteles. Generalmente, la sesión se celebrará en el plazo del mes siguiente a la publicación del cuaderno y su estructura será la de un seminario abierto, con una breve exposición inicial por parte de los autores publicados y el posterior debate. A estas reuniones se convocará a todos los miembros de la Facultad, aunque la invitación se hará extensiva a todos los interesados mediante su difusión en diferentes medios de comunicación.

***Quaderns de Ciències Socials*** aspira a convertirse en un medio idóneo para la publicación de los primeros resultados de proyectos de investigación recientemente concluidos o en curso de realización, así como de investigaciones vinculadas a Tesis Doctorales u otros trabajos de investigación en el marco del Tercer Ciclo. Confiamos en que esta línea de trabajo de ***Quaderns*** sea atractiva, recoja vuestra atención y pueda potenciar la transmisión de resultados de investigación entre diferentes áreas y afianzar la participación de todos.

---

---

---

## RESUMEN

Este cuaderno presenta algunos resultados del trabajo de campo realizado en el CERN, Laboratorio Europeo de Física de Partículas, y en el Departamento de Física Nuclear de la Universidad de Ginebra dentro de un experimento, el AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) que tiene como objetivo último instalar en el 2007 un espectrómetro en la ISS (Estación Espacial Internacional) para estudiar los rayos cósmicos. En la primera parte de mi exposición me centraré en presentar cómo se realizó el trabajo de campo, qué técnicas se utilizaron y porqué se escogieron. En la segunda, expondré los preparativos y la realización de un test beam cuya finalidad era comprobar parte de los detectores que conforman el AMS. De hecho, los detectores son los que permiten captar los sucesos, cazar las partículas, identificarlas y medirlas. Por ello, los físicos de partículas se autodenominan cazadores, una actividad considerada tradicionalmente como de mediación entre la naturaleza y la cultura.

Desde una perspectiva de la antropología de la ciencia, este trabajo trata de acercarse al modo particular con el cual una 'comunidad científica' (los físicos experimentales de partículas de Altas Energías) representa un concepto tan central en nuestra práctica cultural como es el de 'naturaleza'. O mejor dicho, cómo para realizar sus estudios sobre la estructura de la materia producen en el laboratorio de forma artesanal, artificial o sintética, los propios fenómenos naturales que quieren investigar.

### Palabras clave:

Antropología de la ciencia, naturaleza, producción/reproducción.

### Procedencia trabajo:

Este proyecto de investigación estuvo financiado por una beca del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Valencia y por una Ayuda para Estancias Postdoctorales de la Dirección General de Universidades e Investigación.

---

**Datos autora:**

Institución: Departamento de Sociología y Antropología Social. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Valencia

Dirección: Edificio departamental Oriental. Av.Taronjers s/n. 46022-Valencia

Teléfono: 963828454

Fax: 963828450

E-mail: [Beatriz.Santamarina@uv.es](mailto:Beatriz.Santamarina@uv.es)

---

---

# ***Cazando lo invisible. Una mirada antropológica en el laboratorio***

*Beatriz Santamarina Campos  
Departamento de Sociología y Antropología Social*

## **1. INTRODUCCIÓN**

“Conocerlo todo sobre la física de partículas elementales significa conocerlo todo sobre todo” (Veltam, 2000)

Esta investigación<sup>1</sup> nace de una doble curiosidad que me llevó hasta el CERN (*Centre Européen de la Recherche Nucléaire*), Laboratorio Europeo de Física de Partículas<sup>2</sup>, en los años 2003 y 2004, para presenciar dos *test beam* (haz de prueba) dentro de los preparativos para el experimento AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*) que más tarde intentaré explicar someramente. Digo doble, porque dos consideraciones motivaron mi interés por desplazarme a Ginebra donde se ubica dicha institución, a caballo entre la frontera suiza y francesa.

En primer lugar, para la realización de mi tesis doctoral sobre la construcción del fenómeno medio ambiental, había trabajado con conceptos tan fuertemente arraigados en nuestra práctica cultural como son los de ‘naturaleza’ y ‘cultura’. En este sentido, consideré que es imposible pensar el medio ambiente sin una referencia explícita a la

---

<sup>1</sup> Dedico este trabajo a mi hermana María por su constante estímulo y apoyo.

<sup>2</sup> El significado de CERN es Centro Europeo de Investigación Nuclear, pero desde hace años, pese a mantener el acrónimo, el laboratorio ha cambiado de nombre oficialmente pasándose a llamar Laboratorio Europeo de Físicas de Partículas (*European Laboratory for Particle Physics*).

‘naturaleza’ y que con ella se abre una reflexión sobre lo nuestro (‘cultura’). La construcción social del medio ambiente se nos presenta como una oportunidad para recapacitar acerca de cómo en nuestra sociedad se ha tendido a la edificación y consolidación del dualismo naturaleza-cultura. Una dicotomía que la práctica antropológica, sorprendentemente, no ha logrado deconstruir hasta hace relativamente poco, sobre todo si se tiene en cuenta que dichos conceptos son centrales en una serie de oposiciones clave del pensamiento occidental, que los antropólogos han conseguido dismantelar con cierta solvencia, tales como mente-cuerpo, sujeto-objeto, etc. (Descola y Pálsson, 1996:4).

Mi interés por la normalización de la naturaleza y la naturalización de la cultura me llevaron a plantearme cómo hemos ido representando a lo largo del tiempo una noción tan compleja y polisémica como es la de ‘naturaleza’. Término, en última instancia, que nos aparece hoy no sólo reificado sino también (paradójicamente) naturalizado. Pero decir que las percepciones de la naturaleza se mudan en el tiempo y en el espacio es no decir nada nuevo. Numerosos autores lo han venido señalando en los últimos años, poniendo de manifiesto cómo distintos saberes locales han significado y utilizado la naturaleza a través de una variedad de prácticas (Eder, 1996; Descola, 1996; Ellen, 1996). La dicotomía naturaleza-cultura además de haber sido desacertada para el estudio de realidades no occidentales, tampoco da cuenta de las relaciones existentes entre naturaleza y cultura en nuestra propia sociedad (Descola y Pálsson, 1996). La multiplicación de híbridos y cyborgs son un claro ejemplo de ello (Haraway 1991; Latour, 1993; Papagaroufali, 1996). Entre otros, Latour (1993) ha puesto en evidencia cómo en la praxis de la ciencia moderna nunca se ha superado el paradigma dualista. Pese a que la constitución moderna se basa en la división entre el mundo natural y el mundo social (separación que es el resultado de un proceso epistemológico de ‘purificación’ y que crea dos zonas ontológicas claramente diferenciadas), al existir otro conjunto de prácticas que (por un proceso de ‘traducción’) permiten la multiplicación de los híbridos de la naturaleza y la cultura (1993:24,32), la ciencia moderna

nunca ha podido llegar a cumplir la máxima del paradigma dualista; de tal forma que, para el mencionado autor, *nunca hemos sido modernos*.

El hecho de señalar la existencia de una construcción social de la naturaleza permite la deconstrucción de un modelo clave del discurso moderno occidental, haciendo pivotar el interés hacia cómo las instituciones, las prácticas y los discursos edifican una imagen de la misma. Así, es necesario recordar que lo que se viene denominando práctica científica ha contribuido a cimentar no sólo una particular forma de concebir lo natural sino que también ha intervenido en la división entre dos mundos (natural/cultural) que requiere cuanto menos una atención especial.

A partir de aquí me resultaba estimulante estudiar cómo los procesos científicos producían o reproducían una compleja distinción como es la de ‘naturaleza’ (‘naturalezas’). Me interesaba, especialmente, conocer en su práctica cómo manejaban la categoría ‘naturaleza’ y, sin duda, la mejor forma de hacerlo era aproximarme a un laboratorio del cual ya tenía referencias anteriores y en el que ya me habían surgido no pocos interrogantes.

En este sentido, y en segundo lugar, debo reconocer que al visitar el CERN en el año 2000 quedé francamente impresionada por el mundo de la física de partículas de altas energías. Un mundo que, permítanme la ignorancia, desconocía. Los aceleradores de partículas y los detectores se me manifestaban extraños e incomprensibles. De igual modo, los quarks, electrones y neutrinos se presentaban ante mí como un universo inhóspito y, en el mejor de los casos, los protones y neutrones me devolvían a una frágil memoria infantil de los años más lejanos de mi formación escolar, por otro lado, tan rudimentaria y básica como olvidada.

Mi visita al acelerador LEP, el gran colisionador electrón-positrón (en aquella época todavía en funcionamiento<sup>3</sup>), y mi intriga ante alguno de los detectores que entonces se utilizaban, me sedujo hasta tal punto

que me propuse volver para asomarme a un mundo que se me antojaba entre real y ficticio, aunque para ser sincera del todo se me presentaba más ficticio que real. Cables, placas de ordenadores, hilos, tubos, más hilos, monitores, hormigón... Además, ¿Qué sentido tenía un acelerador circular, con 27 kilómetros de circunferencia, a cien metros bajo tierra? ¿Por qué aceleraban partículas para hacerlas colisionar sobre un blanco o unas contra otras? ¿Cuál era el sentido de los detectores, los grandes ‘buscadores’ o ‘cazadores’ de partículas? En definitiva, ¿Qué era lo que hacían más de seis mil físicos, ingenieros y mecánicos encerrados en esa pequeña ciudad internacional denominada CERN? ¿Qué era eso de estudiar la ‘naturaleza microcósmica’? ¿Cómo lo hacían? ¿Produciendo o reproduciendo fenómenos naturales? ¿Creando sus propias partículas elementales? ¿De qué modo?

Así, pues, del resultado de esa doble curiosidad nace este trabajo que trata de acercarse al modo particular en el que una ‘comunidad científica’ (los físicos experimentales de partículas de Altas Energías) tal y como se definen ellos mismos, representa un concepto tan central en nuestra práctica cultural como es el de la ‘naturaleza’. O dicho de otra manera, cómo los físicos de partículas, para realizar sus estudios sobre la estructura de la materia producen en el laboratorio de forma artesanal, artificial o sintética, los propios fenómenos naturales que quieren investigar.

Con todo partimos de dar por supuestas ciertas premisas. Por un lado, que el antropólogo/a puede a través de su trabajo de campo estudiar, desde una perspectiva sociocultural, la comunidad científica y los procesos de elaboración científica considerándolos generadores de culturas locales, sujetos a tradiciones, a contextos productivos específicos y a relaciones de poder. Además, de dar por sentado que la ciencia es

---

<sup>3</sup> El LEP funcionó desde el año 1989 hasta el 2001. A partir de esa fecha se empezó a desmantelar para ser sustituido por LHC, el gran colisionador de hadrones, que se prevé entrará en funcionamiento en el 2005, con cuatro nuevos detectores. Para su puesta en marcha se utilizará el mismo túnel de 27 kilómetros del LEP.

constitutivamente social y que cualquier división o polarización entre el 'mundo social' y el 'mundo científico' es el resultado de un proceso sociohistórico que ha derivado en la hegemonía de ciertos espacios. Por otro, que al hablar de la ciencia, o más concretamente del trabajo científico, estamos refiriéndonos a un conjunto de prácticas, discursos e instituciones que conforman la categoría y el mundo de lo científico. Desde esta perspectiva, tratar de ciencia o de lo científico implica hacer referencia a un término de naturaleza esencialmente política, con amplias redes socioeconómicas y con una fuerte resonancia en los procesos sociales.

Al amparo de estas consideraciones, el presente trabajo se desarrolla a partir de la etnografía realizada, entre el 2003 y el 2004, en el Departamento de Física Nuclear de la Universidad de Ginebra<sup>4</sup> y en el CERN dentro de un experimento internacional, el AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*). Para nuestro trabajo de campo utilizamos la combinación de diversas herramientas de investigación social: documentación (lectura y análisis de documentos) observación participante (observación desde la participación en lo que se observa) y conversación (entrevistas abiertas).

Este texto se ha dividido en dos partes claramente diferenciales. En la primera, realizaremos, una aproximación al modo en que abordamos nuestro objeto de estudio. Dedicamos a esta parte una atención especial intentando mostrar cómo llevamos a cabo nuestro trabajo de campo. Nuestra intención es enseñar la parte de atrás (la cocina), lo que generalmente no se explicita. En la segunda parte, proponemos una primera descripción e interpretación de nuestra investigación. En primer lugar, haremos una breve introducción al proyecto de investigación en el cual nos integramos y asimismo una escueta descripción de los test beam a

---

<sup>4</sup> Agradezco a todos los miembros del grupo de investigación del Tracker del departamento de Física Nuclear de la Universidad de Ginebra su disposición a tenerme como una incómoda intrusa. A Martín, Divic, Catherine, Daniel, Sonia, Mercedes, Philip, Ruud y Hayk; y de forma muy especial a Edu.

los que acudimos. En segundo lugar, daremos algunas pinceladas sobre el mundo de la física de partículas y sobre el laboratorio del CERN para centrar nuestro trabajo. En tercer lugar, atenderemos al desarrollo y práctica del test beam, centrándonos fundamentalmente en su puesta en escena, para ello describiremos el primer haz de prueba al que asistimos. Y por último, analizaremos, desde nuestro punto de vista, la figura de mediación más significativa que permite encapsular los procesos de hibridación que se producen en el laboratorio: la caza.

## 2. APROXIMACIÓN AL OBJETO: EL TRABAJO DE CAMPO

Delimitar el objeto de estudio es el primer paso en toda investigación, pero después de marcar los objetivos queda preguntarse cuál es la mejor forma para abordarlo, o dicho de otro modo, qué instrumentos nos permitirán acercarnos, de la mejor forma posible, al problema que formulamos. En nuestro caso, la técnica principal para esta investigación fue la observación participante, más adelante justificaremos los porqués de esta elección. Ahora bien, antes y durante el proceso de trabajo de campo se hizo necesario tanto ubicar nuestro trabajo en la tradición de los estudios sociales sobre la ciencia, como contextualizar nuestra investigación y familiarizarnos con el mundo que queríamos explorar.

En un primer momento, realizamos una aproximación a los diferentes estudios socioculturales sobre la ciencia. Desde la antropología sociocultural, había dos aportaciones que nos interesaban especialmente. Por un lado, la disciplina ya contaba con una monografía, convertida en un clásico, sobre etnografía de una práctica científica. El trabajo de Latour y Woolgar<sup>5</sup> (*La vida en el laboratorio*, 1986) realizado en el *Salk Institute for Biological Studies* era un referente a tomar en cuenta para

---

<sup>5</sup> Ahora bien, no son los únicos, los trabajos también clásicos de Knorr-Cetina (1999) o de Lynch (1985), entre otros, abren los estudios empíricos en el laboratorio. Para una visión general sobre los estudios sociales de la ciencia se puede consultar Iranzo, Cotillo-Pereira y Blanco (1999).

nuestra investigación porque, en buena medida, ellos inician los estudios antropológicos en el laboratorio. En él los autores se cuestionaban cómo se construyen los hechos científicos en el laboratorio a partir de la observación participante.

Por otro, existía ya un trabajo pionero sobre los físicos de partículas, el realizado por Traweek<sup>6</sup> (*Beamtimes and Lifetimes*, 1988). Su investigación se desarrollaba en un laboratorio con un acelerador lineal, el SLAC (Stanford Linear Accelerator Center) y en la misma se partía de la necesidad de integrarse en el sistema (observar e interrelacionarse) para acceder a la cultura específica de los físicos. En este sentido, señalaba que el grupo estudiado podía ser una cultura específica porque compartían una serie de características: seguían una rutina en sus actividades, participaban de un lenguaje específico, tenían un conjunto de conocimientos comunes que se traducían en un estilo de vida, compartían una región geográfica (laboratorio), existía una jerarquía entre ellos (por razón de edad y sexo), presentaban redes específicas de relaciones e intercambios y utilizaban unas herramientas determinadas para su trabajo (detectores y aceleradores). Traweek concluye que los detectores son los instrumentos a través de los cuales los físicos intentan capturar la naturaleza y son, precisamente estos, los que les dan un sentimiento de control sobre la naturaleza.

Asimismo, se hizo necesario indagar sobre la historia, el objeto y método de la física de altas energías, con la finalidad de conocer mejor la praxis y el discurso practicado en la disciplina científica a la que queríamos acercarnos. Una visión al menos rudimentaria, para familiarizarnos con los conceptos, categorías y herramientas que utilizan. El objeto de dicha aproximación no era, por tanto, transmutarnos en físicos de partículas (transformarnos en puros nativos), sino acercarnos a su

---

<sup>6</sup> En este caso, también existen trabajos en antropología de la ciencia que vienen a continuar esta línea de Traweek, como los estudios de Nader (1996), Down y Dumit (1997) o Gusterson (1996).

particular mundo y manejar, al menos, ciertas distinciones que nos permitieran comprender su trabajo. De facto, cada disciplina científica tiene su propio lenguaje (su propia jerga, si se prefiere) y si queremos establecer un diálogo con ellas hay que tender un puente comunicativo. Ahora bien, en este punto se hace necesario puntualizar, que desde nuestra perspectiva y en desacuerdo con otras visiones (Ferreira, 2004), entendemos que no es necesario dominar el campo científico al que queremos acceder (convertirnos en puros nativos)<sup>7</sup>. Por último, era preciso realizar una aproximación tanto al proyecto de investigación en el cual nos incorporábamos (conocer al menos sus objetivos, su estructura y su desarrollo) como al propio complejo científico que conforma el Laboratorio de Física de Partículas Europeo.

## **2.1 Observación participante**

La necesidad de estudiar nuestro objeto desde una perspectiva cualitativa se justificaba no sólo por la tradición de estas técnicas en nuestra disciplina sino también por nuestro propio posicionamiento. Está de más recordar que la antropología se ha definido a partir del trabajo de campo y de la práctica de la observación participante<sup>8</sup>, convirtiéndose esta última en su sello de identidad más claro. De tal forma que la observación se ha convertido en mito y rito de toda práctica antropológica que se precie. Pero más allá de estas consideraciones, nos pareció fundamental la realización de observación participante en la comunidad donde se construye la práctica que queríamos estudiar.

---

<sup>7</sup> Del mismo modo que los antropólogos que practican antropología de la medicina no son médicos, ni lo pretenden ser.

<sup>8</sup> Hasta tal punto que muchas veces llegan a confundirse el trabajo de campo (conjunto herramientas metodológicas) con la observación participante (técnica).

No es fácil definir esta técnica, como ha señalado Greenwood “sólo se define generalmente en la práctica y la literatura analítica sobre el concepto es realmente pobre” (2000:30), quizás ello se deba tanto a su flexibilidad como a su complejidad. Podemos definirla, siguiendo a Taylor y Bogdan, como “la investigación que involucra la interacción social entre el investigador y los informantes en el *milieu* de los últimos, y durante la cual se recogen datos de modo sistemático” (1992:31) o dicho de otra forma, la observación participante “se basa en vivir con (o cerca de) un grupo de informantes durante un período extendido de tiempo, durante el cual se mantienen conversaciones largas con ellos y se participa del algún grado en la vida social” (Greenwood, 2000:30). Tomando como referentes estas breves y sintéticas definiciones, podemos decir que nuestra intención era sumergirnos en la realidad social de los físicos de partículas, desde dentro, partir del punto de vista de los nativos, para más tarde describir tal realidad según nuestras categorías.

Pretendíamos observar, compartir y seguir el día a día de nuestros informantes, vivir con ellos la cotidianidad de su trabajo. Desde nuestra perspectiva, es la mejor forma para que el investigador conozca directa y globalmente a su objeto de estudio, ya que permite integrarse activamente en los procesos o grupos a investigar. Observar y participar proporciona una forma de experiencia que nos acerca a comprender cómo las personas dan sentido a sus prácticas cotidianas. De tal manera que si nos interesaba conocer cómo los físicos de partículas practicaban y definían su realidad, cómo le daban sentido y cómo construían sus categorías explicativas, pensábamos que el mejor modo de hacerlo era introducirnos en su rutina diaria. Y qué mejor forma de hacerlo que desplazarnos al espacio por antonomasia donde se lleva a cabo la práctica de los físicos experimentales: el laboratorio.

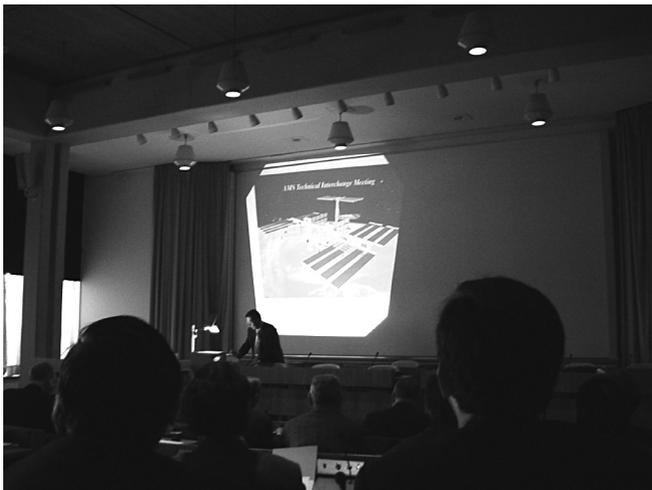


Sala Gris del laboratorio del Departamento de Física Nuclear de la Universidad de Ginebra. Al fondo se puede observar planos de detección del detector TRACKER

En este sentido, cabe apuntar que tradicionalmente se ha distinguido en las ciencias sociales entre campo social y escenario. Según Guasch “el campo es la realidad social que pretende analizarse a través de la presencia del investigador en los distintos contextos (escenarios) en los que esa realidad social se manifiesta” (1997:36). En nuestro caso, el campo social que queríamos explorar era la puesta en práctica de la actividad desplegada por los físicos experimentales. Así, el uso de detectores y aceleradores en el laboratorio de físicas de partículas (*test beam*), nos pareció el escenario más relevante para nuestro trabajo. Ahora bien, existían otros escenarios que nos permitieron ir acercándonos al mundo de la física de altas energías: el trabajo en los laboratorios universitarios, los seminarios del departamento de física de partículas de la Universidad de Ginebra, las asambleas celebradas en el CERN del AMS, las reuniones de los diferentes equipos, las visitas a los distintos centros, etcétera; o situaciones más informales como los cafés con miembros del equipo, las comidas o alguna salida nocturna. Los diversos contextos nos brin-

daron datos pertinentes y, en muchos casos, las situaciones informales nos proporcionaron información muy valiosa.

La observación participante se desarrolló durante tres periodos (otoño 2003, verano 2004, otoño-invierno 2004). Los periodos más intensos de la observación fueron durante la realización de los *test beam* en el CERN. Durante mis estancias se llevaron a cabo dos: el primero en octubre del 2003 y el segundo entre septiembre y octubre del 2004. En ellos era posible observar de manera privilegiada toda la escenografía y puesta en escena de los físicos de partículas con la utilización de detectores y aceleradores. Además, al ser un trabajo continuado e intenso hay muchas más ocasiones para encuentros.



Meeting del AMS en octubre del 2003 en el CERN. En la foto, S. Ting toma la palabra como director del proyecto AMS para explicar las distintas colaboraciones. Detrás de él se puede ver una simulación de la ISS con la futura colocación del AMS

## 2.2 El cuaderno de campo

La observación participante se fue registrando en un cuaderno de campo, o si se prefiere, libreta de campo (existen diferentes formas de referirse a este modo de registro). Nos inclinamos por denominarlo cuaderno frente a diario porque más que un diario de campo, en sentido clásico como relato que luego conforma la monografía, realizamos una serie de registros (eso sí diarios). Cuando fue posible se tomaron notas en el mismo momento de la observación, cuando se consideró que interfería o molestaba, de algún modo, se anotaron después. Explicito esto porque hay ocasiones en que nuestra presencia, con cuaderno y bolígrafo en mano, puede resultar incómoda o confusa e incluso mal interpretada (esto se ve claramente en el texto seleccionado más abajo recogido en mi cuaderno de campo). Por otro lado, hay que señalar que fue un trabajo sistemático, que a veces me divertía y servía para ordenar ideas y otras me aburría, cansaba e incluso resultaba farragoso.

Si la observación participante es una técnica flexible y poco formalizada lo mismo sucede con la forma de registro. En España no hay tradición de editar los cuadernos o diarios de campo (García Jorba, 2000), pero si uno atiende a los fragmentos que se han publicado puede observar las distintas formas y estilos que existen (Guasch, 1997, García Jorba, 2000). En nuestro caso, por comodidad, dividí los cuadernos en tres partes. En la primera anotaba lo que sucedía cada día, a modo del que retransmite desde algún lugar lo que está viendo y viviendo. Se trataba de tener un registro sistemático de todo lo que iba sucediendo a mí alrededor. Sirva como ejemplo este breve fragmento tomado a los pocos días de haber empezado mi primera estancia en Ginebra (lo reproduzco tal cual, sin correcciones de estilo, para mantener el original)<sup>9</sup>. Como he avanzado ya, he seleccionado este fragmento porque podemos ver en él la interferencia a la que antes se ha aludido.

---

<sup>9</sup> Todos los fragmentos que aparecen están de igual modo reproducidos tal cual. Los nombres que aparecen no se corresponden con los protagonistas de esta escena.

25/09/2003

*“Hoy hemos empezado el día tomando un café en la pequeña cafetería del departamento de Física. Estaban Evelyne, Philip, Hayk y yo. Philip me ha preguntado que me pareció la reunión del martes, tenía curiosidad por conocer que me había parecido. Evelyne ha contado que Sonia estaba muy preocupada (¡no había podido dormir!) porque me veía copiar en la reunión y no sabía que estaba escribiendo<sup>10</sup>. Me ha preguntado qué anoto en el cuaderno y me ha confesado que éste se ha convertido en un pequeño ‘objeto de deseo’. Me han dicho que están dispuestos a entender español para leerlo (...). El caso es que no les hace mucha gracia ser objeto de investigación y menos que vaya escribiendo por ahí lo que dicen o hacen”*

En la segunda parte del cuaderno, iba apuntando, a modo de cajón de sastre, todas las dudas, las notas de atención y las cosas que me parecían especialmente importantes. Muchas veces eran llamadas de atención sobre procesos en los cuales me debía parar o atender con más profundidad, ideas que me venían a la cabeza y que debía trabajar, otras eran simplemente reflexiones sobre la marcha a partir de lo que leía o observaba. El caso es que en muchas ocasiones se me encendía ‘la bombilla’ (coloquialmente hablando) y quería de algún modo tener también un registro completo de ello. En esta parte no ponía fecha porque no había una sistemática. Tampoco son notas acabadas, más bien bocetos sobre los que luego quería volver y, en algunos casos, no tienen mucho sentido. Veamos unos ejemplos anotados en días diferentes bajo distintos epígrafes,

---

<sup>10</sup> En otro lado, he explicado los encuentros y desencuentros que muchas veces tuve en este trabajo de campo (Santamarina, 2003). La anécdota es la siguiente: parece que me puse a tomar notas en el momento en que Sonia intervino en la reunión, la interpretación de esta última es que yo estaba escribiendo sobre ella. Eso le dejó inquieta y lo comentó entre sus compañeros. De ahí el comentario de Evelyne.

Idea

*Trabajan sobre lo invisible, más que objetos son procesos*

Ojo pensar

*La naturaleza como objeto susceptible de manipulación, la naturaleza como medida cuantificable, la naturaleza como sujeto de intervención (“imponemos nuestros criterios”, “controlamos las condiciones”, “reproducimos la naturaleza tal y como queremos”<sup>11</sup>, etcétera)*

Tengo que trabajar

*La ciencia como poder (ideología de la modernidad): poder económico, distribución de científicos y recursos científicos (desigualdad político-económica); poder cognitivo, distribución de conocimiento verdadero, único y objetivable (desigualdad discursiva); poder sociocultural, distribución de legitimidad (racionalidad científica frente a sentido común)*

Por último, una tercera parte la dedique a las entrevistas, quería tener un registro específico de las mismas. En el cuaderno de campo aparecen explicadas, con una pequeña descripción de su desarrollo (el lugar, la hora, los imprevistos, mis impresiones, lo dicho después de apagar la grabadora, etcétera).

7/10/2004

*“Después, a mitad mañana, he ido a entrevistarle a su despacho del CERN. El despacho no es el mejor sitio y, de hecho, creo que ha condicionado mucho la entrevista. Estaba tenso y no ha dejado de ser el ‘especialista’. Además, le habían advertido que yo ‘sabía demasiado’, que tuviera cuidado. Una percepción desde mi punto de vista errónea, pero interesante. Creo que esto también ha condicionado las respuestas, las cuidaba más. No he conseguido que se soltara, quizás también porque hemos sido interrumpidos y*

---

<sup>11</sup> Las comillas están puestas porque son citas textuales de nuestros informantes.

*porque había gente esperándole. Cuando he parado la grabadora me ha preguntado sobre mi trabajo y hemos hablado de la dificultad de la ciencia de abrirse al público. Me ha comentado lo difícil que es transmitir lo que hacen, sobre todo, porque para ellos es 'evidente'. Me ha explicado que ahora hay esfuerzo porque exista comunicación y que en el AMS hay un grupo que se dedica a eso de la 'vulgarización'(...) En este sentido me ha comentado que a veces son muy cerrados, grupos que se comunican entre sí pero que no son capaces de explicar lo que hacen. Es interesante esa autopercepción de grupo cerrado y de distancia entre sociedad y ciencia”.*

Pero, en esta tercera parte, se recogen tanto las notas realizadas durante la entrevista (pese a que se grababan a veces anotaba alguna expresión o idea siempre muy breve, de hecho en la mayoría de casos son palabras), como los comentarios después de haber transcrito las entrevistas. En esta parte apuntaba las posibles preguntas futuras, las ideas sobre las que volver, etcétera. Era una forma de preparar la siguiente conversación. Algunas de ellas hacen referencia a preguntas para informantes concretos (aclaraciones sobre lo que me han contado), otras veces son esquemas de trabajo. A continuación muestro un ejemplo de este tipo de anotaciones,

Trabajar ideas

*Producir/reproducir*

*Procesos de construcción (simulación, producción, reconstrucción)*

*Efectos reales/ruidos (depuración)*

*Experimentación laboratorio/ experimentación naturaleza*

*Control condiciones/ control mecanismos de captación*

## 2.3 Los informantes: observados y observadores

Durante toda la observación tuve un informante clave que se convirtió en un excelente guía y en una fuente constante de información. Me convertí en su auténtica sombra y la paciencia demostrada por él fue fundamental para realizar mi trabajo. Fue, por otro lado, mi ‘portero’, me facilitó la entrada al grupo de investigación, pactando las condiciones de mi visita con el responsable del Tracker de Ginebra (las cláusulas no fueron estrictas sino todo lo contrario: podía integrarme en el grupo siempre que no interfiriera en el trabajo, no molestara a los miembros del equipo y me quedara en un segundo plano, además si escribía algo sobre ellos me comprometía a enviárselo) y se hizo cargo de mi estancia en todo momento. Gracias a él tuve acceso a todas las reuniones, instalaciones y personas que participan en el proyecto AMS. Su fascinación por mi quehacer (una mezcla entre la curiosidad por mi trabajo y el orgullo por mi interés en el suyo), su voluntad de colaborar y de implicar a otros en mi investigación se convirtieron en mi mejor aliado. Nunca he tenido mejor carta de presentación y nunca probablemente tendré una defensa más entusiasta de mi trabajo,

15/9/2003

*“Hemos ido a tomar un café y he conocido a dos físicos más. A modo de presentación, mi portero ha intentado explicarles que hago allí, mi trabajo como observadora participante y mi condición de híbrido (entre socióloga y antropóloga). A ellos les ha sorprendido la forma de trabajar y a mi me ha sorprendido la justificación de mi trabajo, cuando les ha dicho que era un trabajo científico (como el suyo, ha especificado), ‘que registraba, anotaba y analizaba’. Aquellos no salían de su asombro, ¿Puede ser un físico o la física un objeto de estudio antropológico? ¿Qué interés tiene ver cómo trabajan los físicos? Yo he flipado porque ha defendido mi trabajo a capa y espada”*

A lo largo de los meses se transformó en una especie de ‘autoridad etnográfica’, asumiendo su rol indiscutible y profesional de ‘informante clave’. Ello provocó algunos problemas porque al final era él quien se empeñaba en decidir con quién tenía que hablar o sobre lo que me convenía preguntar (‘yo no hablaría con él no te va explicar nada nuevo’, ‘a este tipo pregúntale sobre el sistema de reproducción es el que más sabe’), qué debía de anotar (‘apunta esto es muy importante’ ‘¿has escrito esto en tu libreta?’) y a qué reuniones merecían la pena asistir (esto último se reflejó en que a veces no me avisará de algunas reuniones porque desde su punto de vista carecían de interés para mi trabajo). Esta cuestión no deja de ser paradójica porque si bien él sabía mi interés por conocer cómo realizaban su trabajo, desconocía en realidad cuáles eran los aspectos en los que se centraba mi investigación. Estos últimos nunca los explicité con el objeto de evitar condicionar las respuestas y los comportamientos. Si bien es necesario, por cuestiones prácticas y éticas, dar información a nuestros informantes sobre nuestro trabajo, estas explicaciones no deben ser nunca minuciosas para evitar más interferencias de las que ya genera de por sí nuestra presencia.

Ahora bien, como ha sido recogido en más de una ocasión por distintos antropólogos, en toda relación de toma y daca, entre antropólogo e informante, existen continuas tensiones y fracturas. Basta con acercarse al texto de Barley (1989) en clave irónica y humorística o al de Rabinow (1991) en versión autocrítica y reflexiva para tener una idea de los conflictos surgidos entre antropólogos e informantes. Problemas lógicos de toda convivencia e interacción y que el antropólogo debe saber gestionar igual que lo hace en su vida diaria. Pese a todo, he de reconocer que sin mi informante clave todo hubiera sido mucho más difícil, por no decir impracticable. La posibilidad de moverse por un espacio desconocido con la seguridad de ir bien acompañada reduce la ansiedad y facilita la confianza. Sin duda, la accesibilidad a los espacios y a las personas me hubiera costado no sólo más tiempo y trabajo sino también más tensión e inseguridad.

En cualquier caso, debemos tener presente que toda observación participante conlleva una doble tensión: de los observados frente al observador y del observador frente a los observados. La primera es lógica en toda interacción, más si se tiene en cuenta que de repente aparece una desconocida y extraña con el objeto de observar lo que se vive como ‘normal’. Ahora bien, cabe señalar que después de mi aceptación en el grupo, sobre todo a partir de mi segunda estancia, la percepción como extraña varió. De repente era alguien que estaba allí (ya no se cuestionaba el por qué), que trabajaba con ellos y, en muchos casos, era casi ‘normal’ que estuviera (al fin y al cabo era mi trabajo y, de hecho, si en alguna ocasión me ausentaba preguntaban por mí). De ser el centro de atención pasé a ser alguien más del equipo. Las cuestiones sobre mi trabajo casi desaparecieron y eran, en ocasiones, de cortesía (cómo me iba, si había averiguado lo que quería, si me ayudaban lo suficiente, etc.). Como ya he explicado en otro sitio “los interrogantes fueron evolucionando en una proporción inversa: cuanto menos preguntaban ellos más lo hacía yo” (Santamarina, 2003:207). Mi relación con el grupo también se transformó y era más una relación de compañera que de foránea, aunque esto no implica que siguieran viéndome como la antropóloga que los estudiaba (esa presencia es imposible de salvar y el rol que uno tiene asignado condiciona toda relación).

La segunda tensión a la que he hecho referencia también va reduciéndose conforme uno se integra en el grupo y va conociendo las claves del lugar. La extrañeza siempre es mutua. El conocer y reconocer tanto los espacios por los que uno se mueve como las personas con las empieza a convivir, va disminuyendo la intranquilidad y la inseguridad que experimentamos ante lo ‘nuevo’. A todos nos ocurre que lo desconocido nos ‘descoloca’ porque no sabemos bien cómo movernos y actuar (detestamos el desorden), una vez salvado ese desconcierto inicial acabamos moviéndonos, por utilizar una expresión coloquial, ‘como pez en el agua’.

## 2.4 Las entrevistas

Por último, hay que señalar que para completar nuestro trabajo de campo se realizaron entrevistas abiertas. Durante la observación participante se producen numerosas conversaciones espontáneas que nos proporcionan información muy valiosa. Son lo que podríamos denominar técnicamente entrevistas informales. Tal y como señala Sanmartín “a lo largo del trabajo de campo abundan más las preguntas que se formulan a los actores que en las entrevistas propiamente dichas” (2000:107). Pero se hacía necesario contar con otra herramienta que nos permitiera profundizar sobre todo lo que estábamos observando. Al realizar entrevistas abiertas pretendíamos provocar un proceso comunicativo directo, personalizado y flexible; buscábamos obtener los por qué y los cómo de la elaboración discursiva practicada por los propios sujetos de estudio, con la finalidad de acercarnos a la compleja construcción de sus enunciados. En este sentido, la entrevista nos permite acceder al discurso nativo, a través de las descripciones y categorizaciones de la experiencia de nuestros informantes<sup>12</sup>. Aprender a ver y a escuchar son dos procesos complementarios y fundamentales de toda práctica etnográfica.

El tipo de entrevista que escogimos se caracteriza por su estilo abierto, lo que permite que el entrevistado describa y hable sobre su propio contexto con sus propias palabras, se trata de que el informante construya su discurso libremente. Si nuestra propuesta inicial era conocer cómo enunciaban y construían las categorías sobre el mundo natural los físicos de altas energías, parece evidente la necesidad de dar voz a los protagonistas para contar con distintas narraciones.

La observación participante, las investigaciones sobre el tema y la documentación que iba leyendo me permitían ir preparando las preguntas o las cuestiones sobre las que quería incidir. Las entrevistas siempre requieren un tiempo de preparación, no sólo por la selección de

---

<sup>12</sup> La realidad es un entramado demasiado complejo de representaciones materiales y simbólicas que se expresan a través de discursos que nacen de esa realidad.

los informantes a entrevistar (su perfil, su disponibilidad, su aceptación para dialogar) sino también por lo que atañe a su desarrollo (preparar el esquema-guión y el tema sobre el que queremos platicar) y por la elección del espacio para su desarrollo (hay que pensar, por un lado, que el lugar donde se realice condicionará de algún modo las respuestas y, por otro, hay que tener presente que si las queremos registrar hay que apostar por un espacio donde el ruido no distorsione la grabación).

Las entrevistas siempre se grabaron para su posterior transcripción y no tuvimos la oposición de ninguno de nuestros informantes a registrarlas. La transcripción es quizás la parte más engorrosa y pesada del trabajo, pero no por ello menos importante. La transcripción de las cintas nos va a permitir trabajar sobre el discurso de los informantes y por eso es necesario recuperar la integridad de la conversación (la tentación de seleccionar lo más significativo para ahorrarnos trabajo puede hacernos perder tanto información relevante para el futuro como el propio contexto del discurso). En nuestro caso, las fui transcribiendo en la medida en que las iba realizando para poder trabajar el contenido de las mismas.

Las primeras tuvieron un carácter exploratorio y se realizaron a lo largo de la primera estancia. Esta aproximación primaria me ayudó mucho a centrarme en mi trabajo y a comprender mejor el campo de la física experimental. Además se convirtieron en una auténtica guía de trabajo. Preguntas tan sencillas y generales, sobre qué hacían o por qué lo hacían, fueron un primer punto del que partir,

Entrevista 18/09/2003

*“Entrevistador: Me gustaría que me explicaras en qué consiste el proyecto en el que estas trabajando*

*Entrevistado: Lo que estamos haciendo es un proyecto para enviar un detector y lo vamos a enviar al espacio, a la Estación Espacial Internacional y es un detector de física de partículas que se va a poner allí arriba. Básicamente la comunidad que lo hace es la que*

*ha trabajado en el CERN, casi todos llevan 15 o 20 años trabajando en el CERN, y las técnicas y la forma de trabajar es la que se utiliza siempre en el CERN (...)*”

Las segundas entrevistas, las realizamos a personas que participaban en el Tracker y que, concretamente, habían intervenido en los *test beam*. Todos ellos eran físicos de partículas y se les entrevistó en más de una ocasión. El procedimiento seguido fue realizar una primera entrevista muy general, con preguntas amplias sobre su trabajo y su participación en el test y en el proyecto a AMS. A partir de la misma (transcribiéndola y trabajando los aspectos más interesantes) se extraía un esquema para preguntar, en los siguientes encuentros, sobre temas concretos o para profundizar en aspectos que habían señalado.

Entrevista 20/09/2003

*“Entrevistador: El otro día me hablabas de la forma de trabajar, me dijiste que ‘construías los aparatos y esa era la mejor simulación que hay’. ¿A qué te referías?*

*Entrevistado: Si... pero tu puedes... vamos a ver (silencio)*

*Entrevistador: Te lo decía por lo que me comentaste de ‘los detectores reales’...*

*Entrevistado: Si, si, precisamente es interesante por eso porque estás midiendo el mismo tipo de señales que vas a ver pero bajo condiciones controlables, cosa que en el espacio no vamos a poder. Yo no puedo decir a Alfa-Centauro (es la estrella más brillante de la constelación central): Oye, tía tenías que haber enviado hace cuatro millones de años protones para calibrar mi detector, manda huevos!. Yo no puedo exigir a la Naturaleza que me envíe las partículas que yo quiero calibrar mi detector, con lo cual tengo que, o bien las genero en el acelerador o bien me busco otra forma de calibrarlo”*

En este punto cabe subrayar la generosidad de los entrevistados que se prestaron en varias ocasiones a entablar conversaciones conmigo con el ánimo de aclararme y ayudarme en mi trabajo. Desde nuestra perspectiva, este tipo de interacción resultó muy fructífera, porque se pudo a partir de su discurso (con sus contradicciones, paradojas, metáforas y deslices) y de la observación participante, ir indagando en nuestros intereses. Además, el hecho de conocernos facilitaba una mayor fluidez en las conversaciones (al mismo tiempo hay que decir que el informante ya estaba familiarizado con la mecánica de la entrevista lo que permitía disminuir la tensión inicial). El estoicismo demostrado por nuestros informantes permitió reformularles preguntas y forzarles a nuevas explicaciones. Sirva como anécdota el comentario de uno de ellos ante mi ‘inocente’ insistencia: cansado ante mis por qué continuos se justifica explicando que quizás no sabe expresarse de un modo correcto o que la propia utilización que hace del lenguaje me lleve a confusiones.

#### Entrevista 24/9/2003

*“Entrevistador: No quiero ser pesada, pero te voy a preguntar otra vez lo mismo que te he preguntado antes porque no sé si lo he entendido...”*

*Entrevistado: No, no,... no..., me da la impresión de que no me explico bien, posiblemente sea una mala definición mía. Lo que pasa es que estoy jugando muchas veces con el doble sentido, bueno con el doble significado que tienen muchas palabras... es el doble... posiblemente tenga que hablar de...a ver como te lo explico (...)”*

En el fondo, ese papel de no enterarnos que a veces asumimos, ese forzar a no dar nada por supuesto y a pedir explicaciones de todo (hasta de lo que se entiende como lo más ‘evidente’ o lo más ‘normal’), hace que los informantes en ocasiones cuestionen nuestra capacidad de com-

presión (con expresiones como ‘pero es que vosotros ¿no lo hacéis?’, ‘no has estado allí y lo has visto’, ‘pero si el otro día estabas delante’ ‘no lo viste cuando te lo enseñe’) y, en otras ocasiones, manifiesten explícitamente su malestar por nuestra insistencia.

Entrevista 1/10/2004

*El contexto de esta pregunta está dentro de una entrevista donde ya le he preguntado en dos ocasiones anteriores a qué se refiere con producir (algo que es fundamental para mí), además estamos casi al final de la misma. En la respuesta anterior vuelve a hablarme de producir y yo le vuelvo a preguntar (empiezo ahí mi transcripción).*

*“Entrevistado: (...) entonces, evidentemente, es más sencillo generar un quark  $u$  que un quark  $s$  y un antiquark  $s$ , simplemente porque pesan menos y es más fácil producirlo.*

*Entrevistador: Pero, ¿A qué te refieres con producirlo?*

*Entrevistado: Producirlo, generarlo!!! (eleva el tono de voz medio enfadado), simplemente, una de las características..., escúchame (tono de desesperado) eso se llama QCD no perturbativa, podría estar hablándote cinco años o toda la noche... es que no sé, a ver (...) Se producen menos veces, es una cuestión de probabilidad, no sé, imagínate un panadero, es mucho más fácil que produzca panes así de pequeñitos (gesticula señalándome las dimensiones con los dedos) que panes de 10 kilos, necesitas más cosas para producir un pan de 10 kilos. En el CERN producen, de hecho tienen Kaones allí, si, si claro, simplemente... si uno quiere un haz de kaones lo que debería de hacer (...) sería un pelín más complicado”.*

Para finalizar, nos parece importante volver a subrayar que las entrevistas se hacían a partir de la observación participante (en gran medida la observación es la que provoca en el investigador constantes dudas) y que la observación participante se enriquecía con las entrevistas (el aprender a escuchar enseña a aprender a ver). Ambas técnicas no sólo se complementan sino que su uso conjunto permite alcanzar una mayor comprensión de lo que se pretende estudiar<sup>13</sup>. En muchos casos, la excusa de sentarnos a hablar era para que me ayudaran a entender todo lo que estaba pasando o viendo desde mi condición de ‘ignorante’. Si bien durante la observación participante se hacían miles de preguntas (por qué hacéis esto, qué hacéis ahora, quién es este...), el hecho de realizar entrevistas más estructuradas nos permitía contar con un discurso más elaborado y sistemático. Además, a veces los informantes recurrían a lo que yo había visto para explicarme su trabajo o, viceversa, yo preguntaba sobre lo que había recogido en mi cuaderno de campo. El caso es que ambas informaciones se integran y complementan como podemos ver en los siguientes fragmentos de una entrevista y del registro de campo, ambas hacen referencia al mismo suceso.

#### Entrevista 2/10/2004

*“Entrevistado: De hecho ayer cuando estuvimos en él, había varios grupos y te dije mira ésta es esto y ésta lo otro (...). ¿Qué es lo que ocurre? Que el espectrómetro, no sé si te acuerdas de la distribución que vimos ayer, tenemos que medir. Por ejemplo, lo que veíamos ayer eran electrones a 7 gev y una cola a baja energía, ¿te acuerdas? (...) Lo que hicimos ayer cuando me acompañaste fue quitarlo (se refiere al blanco de tungsteno) para hacer estudios con campo magnético y sin campo magnético, lo hicimos porque no sólo queremos medir ese tipo de sucesos también queremos ver las propiedades del detector”.*

---

<sup>13</sup> Algunos autores consideran que la entrevista es, de hecho, un caso particular de observación (Sanmartín, 2000:111)

1/10/2004

*“Nueva visita al test beam, el motivo es que se va a parar el haz para modificar una cosa y luego volver a conectarlo, quiere que le acompañe para que lo vea. Hemos salido de la sala de control y hemos ido a una sala que hay en mitad de la nave para modificar unos parámetros en el ordenador. Me ha estado enseñando gráficas sobre lo que veíamos. Luego hemos vuelto a la zona, ha parado el haz y hemos entrado al detector. Me ha enseñado de nuevo las distintas partes del detector y he hecho fotos. Dentro ha quitado el objetivo de tungsteno para hacer distintas pruebas, más tarde volverán a colocarlo. Después hemos salido, me ha llamado la atención que el sistema está configurado para que tengas que entrar una vez ya has salido a ver si queda alguien. Es una forma más de control”*

### **3. PRIMERAS TENTATIVAS INTERPRETATIVAS: ENTRE LA DESCRIPCIÓN Y LA INTERPRETACIÓN**

Después de haber realizado un pequeño esbozo de nuestra etnografía aún queda mostrar cómo se pueden presentar algunos de los resultados obtenidos. Ordenar todo el material recogido y dar sentido al rompecabezas que obtenemos, una vez hemos vuelto del trabajo de campo, requiere dar un paso más en la investigación. El proceso de escritura conlleva un esfuerzo por sistematizar, organizar y clasificar toda la información que se ha ido recogiendo. En esta parte, me centraré en dicho proceso y expondré unas primeras conclusiones a través de la descripción y la interpretación. Para ello, en primer lugar, realizaré una contextualización mi objeto de estudio. Tras ella presentaré una narración detallada sobre el primer *test beam* al que asistí y, por último, propondré un posible análisis de todo lo observado.

### 3.1. Pequeña descripción del proyecto y de los test beam

“*Search for antimatter in space: the AMS experiment*” es un proyecto de investigación del campo de la física de altas energías que se viene realizando desde el año 1995. El experimento está dirigido desde el CERN por Samuel C.C. Ting, premio Nobel de Física en 1976, y en él participan más de 220 físicos de diferentes partes del mundo. Podemos decir que se trata de un enorme proyecto internacional, en el que colaboran numerosos países (tan dispares como Estados Unidos, China, o España), treinta y cinco instituciones (desde universidades a laboratorios, pasando por empresas públicas y privadas) y un sinnúmero de científicos, ingenieros, técnicos y mecánicos que forman una red compleja de engranaje perfectamente estructurada gracias a un eficaz sistema de organización piramidal.

El AMS tiene como fin último, simplificando en exceso, instalar en abril del 2007 un espectrómetro en la Estación Espacial Internacional (ISS). Con ello, la investigación pretende alcanzar básicamente cuatro objetivos por este orden: la detección de antimateria primordial en el espacio; el estudio de la composición y el análisis de los rayos cósmicos que hasta ahora no se han estudiado a energías tan altas; la búsqueda de unas partículas llamadas neutralinos<sup>14</sup> o partículas supersimétricas; y, por último, la realización de una especie de mapa del cielo de fotones de alta energía.

---

<sup>14</sup> Los neutralinos son unas partículas que pertenecen a un género que se llaman supersimétricas. Dichas partículas son candidatas a explicar la llamada materia oscura del universo. Según las medidas de los astrónomos un 90% de la masa del universo es oscura, o sea que no está en estrellas. Así, se cree que las galaxias están ‘rodeadas o inmersas en un mar’ de neutralinos. Pero estas partículas, predichas por la teoría, nunca han sido ‘cazadas’ en los aceleradores, ya que poseen dos particularidades: una masa muy grande e interaccionan muy débilmente (por eso es muy difícil ‘producirlas’ y ‘detectarlas’). Algunos físicos de partículas predicen que este tipo de partículas simplemente no existe porque, pese a que la teoría cuadra muy bien matemáticamente, multiplica el número de partículas elementales ‘inútiles’.

Para conseguir estos objetivos, el AMS está formado por cinco subdetectores (TRD, TOF, ECAL, RICH, y TRACKER) y dos imanes. Diferentes equipos trabajan en la construcción de las distintas partes del mismo. En nuestro caso, como hemos indicado con anterioridad, realizamos trabajo de campo dentro de uno de los grupos de investigadores que participan en la construcción del Tracker (detector de trazas), concretamente el equipo de físicos de la universidad de Ginebra. Se asistió a dos test beam en el CERN para la comprobación de distintos componentes del detector AMS, que luego se instalará en la Estación Espacial Internacional. Tal y como hemos apuntado, el detector se está construyendo para captar sucesos en el espacio y en el área experimental se utiliza el acelerador para poner a prueba su eficacia.

En el primer *test beam*, que describiremos con detalle más adelante, llevamos a cabo observación participante en las reuniones y los preparativos anteriores al mismo y asistimos a su desarrollo en el CERN. Este se realizó durante diez días, entre el 22 y el 31 de octubre de 2003, en la zona experimental Área Norte (North Area), dentro del sector H 8, con un beam T 4. El acelerador que se utilizó fue el SPS (Super-Proton-Synchrotron) con una energía máxima de 540 miles de millones de electrón-voltios. El segundo haz de prueba se llevó acabo entre el 20 de septiembre y el 7 octubre del 2004, la zona experimental cambió utilizándose una de las instalaciones más antiguas del CERN. El acelerador usado fue el PS (Proton-Synchrotron) con una energía máxima de 28 miles de millones de electrón-voltios. Este acelerador cuenta con distintas líneas de extracción (T7 a la T11) y, en este caso, se utilizó para el haz de prueba la línea T7.

Antes de continuar, y para saber de qué estamos hablando, decir que podemos definir el test beam como un test que se realiza en un acelerador con un haz de partículas ‘conocido y controlable’. En este sentido, podemos decir que los test beam a los que asistimos no eran experimentos para intentar encontrar o definir (cazar) ‘nuevos fenómenos naturales’ predichos por la teoría, sino para tratar de determinar si los

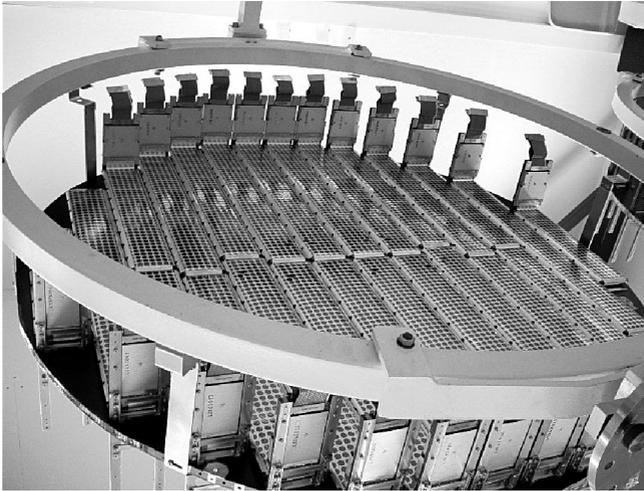
aparatos construidos serán capaces de descubrir dichos fenómenos en el espacio, es decir, si las características y los parámetros de funcionamiento de los detectores responden a las expectativas para las cuales han sido creados.

En la primera ocasión, el *test beam* tenía como finalidad comprobar parte de la electrónica de tres de los detectores que conformarán el futuro AMS: el RICH (*Ring Imaging Cherenkov*), el TOF (*Time of Flight*) y el Tracker. En él participaron diferentes universidades, institutos y laboratorios europeos que están implicados en la construcción de los detectores<sup>15</sup>. El test se hizo primero con iones de indio y luego de zirconio, incidiendo sobre un blanco de berilio y seleccionando los iones que se producían en la reacción. En este test de equipamiento no importaba el tipo de iones pesados a utilizar, porque el objetivo de la prueba era intentar probar con ‘condiciones prácticamente reales’ las características de los sistemas de detección electrónicos construidos hasta el momento, por tanto, se utilizaron haces de partículas ‘standard’, es decir, partículas estables de las que se conoce perfectamente cómo interaccionan.

En el segundo, los equipos eran diferentes y el objeto del mismo era comprobar el sistema de reproducción (no la toma de datos). De los subdetectores del AMS participaron nada más los miembros del ECAL (*Electromagnetic Calorimeter*) y los del Tracker. En esta ocasión, como se quería medir conversiones de fotones se utilizó un haz rico en electrones, incidiendo primero sobre un blanco de aluminio puro y luego un blanco de tungsteno.

---

<sup>15</sup> Por ejemplo, entre ellos, hay colaboración española. En la construcción del RICH participan el CIEMAT (Centro de Investigaciones, Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológico) y el IAC (Instituto Astrofísico de Canarias).



Plano de detección del detector TRACKER de AMS 02. Este plano está compuesto por 24 módulos cubriendo una superficie de aproximadamente un metro cuadrado y con 24576 canales de lectura

### **3.2. Breve apunte sobre la física de partículas: Aceleradores y detectores. El CERN**

La física de partículas elementales, la física a escala microscópica, es una subdivisión relativamente joven de la física, que nace a partir de la física nuclear con apenas algo más de cien años de existencia. Su investigación se basa en que toda la materia puede estudiarse como agregados de unas limitadas entidades fundamentales, las partículas elementales, que no tienen estructura ni pueden ser divisibles. Para la investigación de dichas partículas son necesarias altas energías<sup>16</sup>, de millones de electrón-voltios, que permitan acceder al mundo subató-

<sup>16</sup> De ahí que se le denomine también física de altas energías.

mico. Los aceleradores de partículas son el instrumento que utilizan los físicos experimentales para explorar este mundo microcósmico. De tal manera que el desarrollo de la física de partículas ha sido posible gracias al desarrollo y la construcción de aceleradores cada vez más potentes a lo largo del pasado siglo y de éste.

Para realizar los primeros estudios sobre el núcleo y su composición en protones y neutrones los físicos se las ingeniaron para aprovechar la energía producida en sustancias radiactivas. La radiactividad natural fue la que permitió, a principios de siglo XX, las primeras aproximaciones a la estructura de las partículas. En este sentido, los experimentos de Rutherford son paradigmáticos de la época y sirvieron, entre otras cosas, para crear una primera representación de la estructura del átomo (el núcleo estaba formado por protones y neutrones y alrededor de ellos giraban los electrones) que más tarde sería completada gracias, en gran medida, a los avances tecnológicos que permitieron sacar a la luz a los quarks y los neutrinos. Pero para seguir con la investigación de la estructura de los protones y neutrones tuvieron que idear un sistema que les permitiera tener energías mucho mayores que sólo es posible encontrar en los rayos cósmicos. El problema reside en que para estudiar la estructura de la materia se necesitan altas energías. Y para ello era necesario tener bajo control un haz y someterlo a las condiciones de un laboratorio (Ynduráin, 2001).

De hecho, los aceleradores de partículas, como su nombre indica, lo que permiten es acelerar partículas cargadas por medio de campos eléctricos y magnéticos. Cualquier laboratorio de física de partículas se define por los dos grandes instrumentos que utiliza: aceleradores y detectores de partículas. Los detectores son los que permiten captar los sucesos, cazar las partículas, los que las identifican y miden. Por este motivo, los avances tecnológicos y de ingeniería han sido fundamentales para mejorar los sistemas de detección. Y los modernos sistemas de tratamiento informático de señales han permitido una mayor precisión en las medidas. El desarrollo de la informática ha sido clave en la

evolución de la física de partículas y no puede extrañar que la puesta en marcha de Internet fuera desarrollada por un grupo de científicos del CERN<sup>17</sup>.

En este contexto, el Laboratorio Europeo de Físicas de Partículas (CERN) es un importante referente en este campo. El origen del mismo se sitúa en el periodo de posguerra y de reconstrucción europea. Antes de la Segunda Guerra Mundial, Europa había liderado tanto en teoría como en experimentación la investigación en el campo de la física de partículas. Después de la misma, fue aumentando la preocupación por el desastre que la guerra había ocasionado en el campo de la física nuclear y subnuclear, con la emigración a Estados Unidos de numerosos físicos, la falta de infraestructura competitiva y la pérdida del liderazgo europeo. Todos estos factores impulsaron a un grupo de científicos a proponer la creación de un organismo supranacional que revitalizará el campo de la física de partículas con la construcción de un gran acelerador (Ynduráin, 2001; Aguilar, 2004).

El CERN fue creado en 1954<sup>18</sup>, a partir del *Conseil Européen de la Recherche Nucléaire* constituido dos años antes, y actualmente está formado por 20 Estados miembros, entre ellos España que lo es desde 1961, aunque durante el periodo entre 1969-1982 se salió del mismo por problemas de financiación. El laboratorio se encuentra en la frontera franco-suiza, al oeste de la ciudad de Ginebra, ocupando una superficie de 600 hectáreas. Podemos decir, siguiendo a Aguilar (2004), que el CERN es un ‘conjunto interconectado de aceleradores de partículas’. Posee el acelerador circular<sup>19</sup> más grande del mundo, con

---

<sup>17</sup> A finales de los ochenta un grupo de investigadores del CERN creó la *World Wide Web* con el objetivo de subsanar los problemas de comunicación e información que se tenían entre los numerosos grupos de investigación que participaban en diferentes proyectos y que estaban distribuidos por toda Europa.

<sup>18</sup> El 29 de septiembre del 2004 se celebró por todo lo alto su 50 aniversario con la presencia de numerosos jefes de estado.

<sup>19</sup> Básicamente existen dos tipos de aceleradores: los lineales y los circulares.

una circunferencia de 27 Km, lo que permite conseguir altas energías. Además, en él se desarrolla la investigación básica más importante del mundo, trabajando en el mismo más de la mitad de los investigadores que se dedican al campo de la física de altas energías (Aguilar, 2004). En sus cincuenta años de vida, el CERN se ha convertido en el laboratorio mundial de referencia de la física de partículas.



Zona experimental de la línea H 8 del acelerador SPS del CERN

### **3.3. La puesta en escena: tiempo de caza**

El test beam es todo un ritual necesitado de preparativos, ceremonias y escenografía. En él podemos distinguir tres fases diferenciadas: la primera viene definida por los preparativos (desde la petición de tiempo de haz a los laboratorios que disponen de aceleradores<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> El Tracker ha realizado distintos tests beam, tanto en el CERN como en el laboratorio alemán de Darmstadt, el GSI.

hasta la instalación de los dispositivos en la zona experimental), la segunda abarca el propio desarrollo del test (con la aparición del haz y las primeras colisiones y la toma de datos) y por último, la tercera comprende la evaluación de los resultados (el procesamiento de los datos y el análisis de los mismos). En cada una de las fases intervienen distintos miembros de los equipos, suele ser un proceso largo (que a veces se dilata casi dos años desde que se propone hasta que se obtienen los resultados definitivos) y costoso (en tiempo, recursos y dinero).

Por otra parte, podemos considerar, bajo la propia definición de los físicos experimentales, que se trata básicamente de una actividad cinegética (capturar partículas) y, por tanto, es posible desde dicha lógica, analizar el proceso. Ahora bien, hay que tener presente que algo se invierte en la concepción tradicional de la cacería. En este contexto concreto lo importante no son las presas sino los medios que permiten capturarlas, las armas del cazador. De hecho, como venimos apuntando, la práctica de poner en funcionamiento los detectores tiene como fin comprobar que serán eficaces para la futura cacería por lo que las interacciones y las señales que se van a detectar son sabidas de antemano. En este caso, las presas ‘conocidas y controlables’ son expuestas para atraparlas, en un espacio cerrado y fuertemente connotado. Y pese a que el componente sorpresa no existe en los posibles trofeos a capturar no por ello se pierde la presión característica de cualquier persecución. El acento cambia: la tensión viene determinada por la capacidad de captura de las herramientas utilizadas por el cazador. En juego está el prestigio y la labor ‘artesanal’ de muchísimas horas de trabajo en el laboratorio. Y decimos artesanal porque la construcción de los detectores puede ser vista como una actividad manual, en la medida en que los físicos de partículas deben fabricar sus propias herramientas para *salir a cazar*. Los detectores son en cierta medida objetos únicos, que requieren el trabajo conjunto de ingenieros, técnicos y físicos para su realización. No existe su producción industrializada y en cadena y cada uno de ellos se diseña para obtener distintas medidas, en la mayoría de casos para medir (cazar) algo predicho por la teoría<sup>21</sup>.

Desde un punto de vista descriptivo, los días previos al test beam vienen caracterizados por los preparativos en los que se desarrollan, básicamente, dos tipos de actividades. En primer lugar, comienza la puesta a punto de los componentes que van a ser utilizados. La preparación de los dispositivos experimentales genera una actividad mayor de la que normalmente desarrolla el equipo, sobre todo, las dos semanas antes del test. Los últimos días se dedican a la integración de los distintos sistemas, al montaje y a las pruebas internas de todo el equipamiento. Y en segundo lugar, se suceden una serie de reuniones fundamentales para el desarrollo del test beam. Por un lado, se producen encuentros entre los distintos equipos que van a participar en el mismo (Tracker, TOFF y RICH). En ellas se informa de la zona designada para su realización, se habla de la ubicación de los detectores y del espacio que ocupará cada uno y se define la sincronización electrónica y las medidas finales del equipo. Son reuniones formales, realizadas en el CERN, a las que acuden los distintos responsables del test, relativamente rápidas, en las que todo el mundo conoce la lógica a seguir y donde los acuerdos se toman sin problemas. La experiencia de otros test de equipamiento y los años de trabajo anteriores en el proyecto AMS, hacen que sean ágiles donde las prioridades del test y los problemas que puedan derivarse del mismo parecen de antemano ya conocidos. No obstante dichos cónclaves son importantes, en cuanto se ofrece toda la información de la zona experimental y en cuanto sirven tanto para coordinar a los diferentes equipos como para conocer a los encargados de cada uno de los grupos.

---

<sup>21</sup> Los físicos de partículas practican una división entre teóricos y experimentales. Estos últimos son los que realizan las pruebas en el laboratorio intentando probar lo que los teóricos predicen. Dicha división provoca las típicas tensiones y recelos entre campos de trabajo diferentes. Sirva como ejemplo una anécdota que recogí en mi cuaderno de campo: estando un día en el laboratorio del departamento se acercó al grupo que allí estaba trabajando el jefe del mismo con un físico extranjero que iba a realizar una estancia de investigación con ellos durante unos meses. El sujeto en cuestión era un físico teórico y después de las presentaciones de rigor se marcharon. Al salirse un miembro del equipo exclamó con cierta sorna: “Bienvenido al mundo real”.

Por otro lado, se reúnen los componentes de cada detector. En nuestro caso, podemos distinguir entre los seminarios celebrados entre los distintos equipos que colaboran en el Tracker (fundamentalmente con el grupo de la universidad de Ginebra trabaja el equipo formado por la universidad de Perugia, además de la colaboración de la universidad de Montpellier) y los seminarios internos entre los miembros del departamento de física de la universidad de Ginebra que participan en el proyecto AMS. En los primeros, aparte de la de la demanda de información sobre el test (ubicación, espacio, disponibilidad...) y de la correspondiente visita a la zona experimental (fundamental para realizar mediciones, ver distancias y realizar pequeños croquis sobre el espacio asignado) se discuten los problemas de recepción de datos, de su análisis posterior y de las dificultades que surgen de los sistemas electrónicos, como la rapidez en la obtención de datos y la aparición de los canales muertos (*Killed*) o los ruidos (*common noise*) que complican el tratamiento posterior de la información. La necesidad de tener huellas, numerosas y claras (principal fuente de información en toda actividad cinemática, ya que las huellas son las únicas pistas que se siguen), se traduce en seguir un buen rastro que asegure el resultado de una buena caza. Por eso el debate sobre el algoritmo se convierte en central, ya que debe ser un sistema rapidísimo de obtención de datos, que permita tanto el registro de miles de sucesos en segundos como su reducción, a la vez que resulte 'limpio' (el rastro debe ser fiable).

Las segundas, las reuniones internas, no sólo tienen por objeto dar la información sobre la zona experimental sino también organizar el sistema de turnos y de información que deberá funcionar durante todo el test beam. Las cadenas de comunicación entre los distintos miembros que participarán en el test es clave para que no se produzca ningún problema de descoordinación y para que se puedan ir solventando, sobre la marcha, las dificultades que puedan aparecer en el mismo. Volveremos a ellas más adelante.

Después de las distintas sesiones informativas, tan sólo queda ultimar los aspectos logísticos y realizar las últimas comprobaciones antes de trasladar los equipos al CERN. Las distintas visitas a la zona experimental han permitido conocer dónde se ubicarán los dispositivos. El sector H8 está integrado dentro de un espacio muy amplio, se trata de una enorme nave industrial coronada por un inmenso puente grúa. Si tuviéramos que definir este lugar por los elementos más significativos que lo componen, señalaríamos los enormes cuadrados de hormigón armado que compartimentan la nave, la infinidad de tubos que la atraviesan y la cantidad de placas de ordenador y sistemas informáticos que la decoran. Pero, sin duda, hay algo que llama la atención por encima de todas las cosas y que describe muy bien el paisaje donde nos hallamos: los millones de cables que circulan por todo su espacio, ofreciéndonos una imagen laberíntica y sintética de todo lo que allí acontece.

Además de estos prescriptores, existen otros elementos que connotan y circunscriben el campo experimental. A lo largo de todo el recinto nos vamos encontrando con numerosos carteles que nos avisan sobre el espacio en el que nos movemos, recordándonos, cada pocos pasos, donde nos hayamos. Lo más significativo es la alerta continua: ‘peligro campo magnético’, ‘peligro radiación’, ‘peligro alta tensión’... lo que nos reafirma constantemente que nos situamos en un medio hostil, que requiere un estricto control y en el que debemos conocer sus normas para desplazarnos por el mismo. Las puertas de acceso a los diferentes sectores nos advierten sobre los límites establecidos, el riesgo queda contenido, en los distintos recintos, una vez se cierran. Las fronteras marcan el control y los espacios: a un lado de la puerta, en la zona prohibida, se sucederán los ‘fenómenos naturales’, al otro lado, un nutrido grupo de expertos intentará a través de sus artefactos neutralizarlos, leerlos en términos culturales. La práctica en el laboratorio es una representación metafórica y real de la lucha por la construcción de sentido, por la significación de la realidad, o en otras palabras, es una iconografía de la puesta en escena de los límites.

El día antes del test, una vez transportados los equipos al CERN<sup>22</sup>, es el momento en que se empiezan a montar los detectores trasladándolos a la zona más cercana del área experimental asignada, con el objeto de tenerlo todo a punto antes del montaje definitivo. El cableado es, ante todo, el que cobra una especial importancia. Al fin y al cabo, la transmisión de todos los datos y señales llegará gracias a cientos de conexiones y cables. Una maraña de hilos, o si se prefiere otra metáfora, una red de redes de información que permitirá, en última instancia, que la cacería sea exitosa, gracias a complejos sistemas de ‘traducción’ que harán que las señales eléctricas se conviertan en datos objetivables.

Si todas las jornadas previas al acontecimiento se caracterizan por una gran actividad, es el día del test el que se convierte en frenético e inacabable, las horas de trabajo parecen no llegar a su fin<sup>23</sup>. Todo el mundo sabe que a las cuatro de la tarde estará disponible el haz (política del CERN, los test siempre comienzan los miércoles y el beam llega sobre media tarde), aunque también conocen que generalmente se retrasa y muchos juegan con ese demora. Bajo esa previsión se trabaja a destajo. Los técnicos y físicos ultiman los preparativos antes de la llegada del haz: comienza el tiempo de caza. El montaje, en el sector 8, se transforma en todo un espectáculo, un puente grúa instala los distintos detectores en el espacio reservado para el test, colocándolos en línea para que el haz sea captado por todos. La mañana entera se dedica a la ubicación de los detectores y una vez colocados se alinean con respecto al beam. Son los geómetras del CERN los encargados de que la alineación con el

---

<sup>22</sup> En este caso, los equipos no eran muy grandes por lo que para su traslado solo se necesitó un día. En muchas ocasiones, la logística se complica y se requieren varios días de trabajo para mover los equipos.

<sup>23</sup> Por dar un dato significativo, el día del test beam se realizó observación participante durante más de 15 horas seguidas. La jornada comenzó de madrugada y se llegó a la zona experimental a las siete de la mañana, sobre las siete de la tarde llegó el haz y sobre las diez de la noche las personas que componían el Tracker abandonaron las instalaciones dejando solo al encargado del turno.

haz sea la correcta. A las seis de la tarde se cierran las puertas, todo el mundo entra en los barracones de control designados para la recogida de información. La suerte está echada.



Colocación del RICH en la zona experimental H 8

El ambiente es tenso, tres detectores compiten para que la caza resulte un éxito. Y este último se medirá por su capacidad para capturar sucesos y traducirlos en datos. Los sistemas de mediaciones no pueden fallar. El trasiego de los últimos momentos se dedica a comprobaciones: se montan piezas, se prueban sistemas y se conectan los últimos cables. Las revisiones finales intentan verificar que las ‘trampas’ funcionarán en el momento que se suelten las presas (los iones). La excitación de los tramperos es lógica, se respira una emoción contenida ante lo esperado, lo inesperado puede leerse como fracaso. No está de más recordar que en nuestra práctica cultural la actividad cinegética tradicionalmente ha ido asociada a la tensión, a la escenificación de la lucha entre la representación de dos mundos construidos como antagónicos, lo salvaje (la naturaleza) y lo civilizado (la cultura).

La llegada del haz se espera con cierta impaciencia y los primeros datos que aparecen en los monitores se festejan como si se tratara de una gran conquista, en realidad, la celebración viene dada por la puesta en escena de la ‘caza’. Si en el ordenador se atisba la aparición de señales,

hay motivo para empezar a celebrar el éxito de una buena cacería. Los ficheros de datos que se generan son la prueba de que las señales eléctricas producidas han conseguido capturar los sucesos. No deja de ser curioso que ellos mismos consideren espectacular la llegada del haz, porque en realidad su constancia y aparición consiste en un registro a través de diferentes cuadros que aparecen en la pantalla del ordenador, gracias a un complejo sistema de mediaciones que convierte las señales eléctricas en datos, en pequeños gráficos que permiten una primera lectura de los acontecimientos. Más tarde el procesamiento informático y la interpretación de los registros, con las subsiguientes traducciones, permitirá definir y dar significación a lo rastreado: se ha captado un helio, un berilio o un carbono.



Pantalla de control en tiempo real del detector TRACKER que muestra la primera detección del haz en el test

Durante todo el periodo de persecución y captura la actividad es intensa, de hecho se establecen tres turnos de ocho horas para cubrir las jornadas (de ocho de la mañana a cuatro de la tarde, de cuatro a doce de la noche y de doce a ocho de la mañana) de manera que

siempre haya alguien presente ante cualquier imprevisto. Todo lo que acontece se controla a través de un sistema de registros, fundamental para el posterior trabajo de traducción. Para ello se utiliza una libreta de campo que recoge todos los datos y acontecimientos que suceden en los distintos turnos. En cada relevo se comienza una nueva hoja doble, en la cara de la derecha se apuntan todas las incidencias y comentarios que se creen oportunos. La parte izquierda está dividida en seis columnas en ellas se anotan el turno, la fecha, el número de test, el tiempo de medida en microsegundos de los sucesos, el número de sucesos y las incidencias (*Shifter, date/hour, run, shaping time, #euts, comments*). Dicho registro permite rastrear cualquier problema sucedido en la caza, tanto de las trampas como de las presas. Como en cualquier cacería los cinco sentidos deben estar puestos en la actividad, ya que si algo define a dicha práctica es 'la ausencia de señales', la presa 'no se puede ver, ni oír ni tocar' (Zulaica, 1992:68), hay que saber rastrearla. No es extraño, entonces, encontrarse en la física de partículas con guías para conseguir una buena caza (Gunion, 2000). Además del cuaderno de registros existe otro sistema de información que refuerza la comunicación: cada vez que se acaba un turno se manda un e-mail al resto de grupo donde se explica todo lo sucedido. Es un sistema rápido y fácil de partes informativos que permite no sólo conocer el desarrollo del test sino también evaluar con antelación la existencia de problemas y determinar sus posibles soluciones.

Ahora bien, estos sistemas de información tienen por objeto ejercer un doble control de todo lo que sucede en el test. De una parte, como ya hemos mencionado, los registros sirven para recoger cualquier pormenor que ayude después al análisis de datos, en este sentido son vehículos para dar información precisa sobre lo que acontece en cada momento. Diarios, o más bien 'horarios', que permiten conocer al detalle qué pasó en cada momento en las barracas de control sin estar presente. De otra, y no menos importante, ejercen también una vigilancia sobre los *shifts*, una tarea reservada a los becarios de doctorado y justificada bajo la necesidad de que adquieran experiencia. El trabajo delante de

la terminal suele ser repetitivo, aburrido y cansino, son ocho horas agotadoras frente a la pantalla que no dejan de ser interminables para el que las padece. No es raro ver la mesa de trabajo con termos de café, galletas y tentempiés que ayuden a hacer más llevadera la espera hasta el relevo.

De todas formas, los turnos también tienen sus momentos distendidos y gratos, sirven para fortalecer las relaciones entre los grupos, para darse a conocer y para intercambiar experiencias y conocimientos. No sólo entre los miembros de un mismo grupo sino entre los distintos equipos que conforman el test, lo que permite ir creando redes informales (que luego resultan cruciales) en un macroproyecto como el AMS. La sala de control es un espacio abierto, no compartimentado, y bastante reducido<sup>24</sup>, lo que obliga a compartirlo todo, durante larguísimas jornadas de trabajo y a la postre posibilita crear una solidaridad grupal potenciada por el hecho de compartir momentos de mucha tensión, así como también de satisfacción. La muestra de la intensidad vivida durante esos días queda reflejada en la cantidad de anécdotas e historias que luego surgen alrededor de estos ensayos de laboratorio<sup>25</sup>.

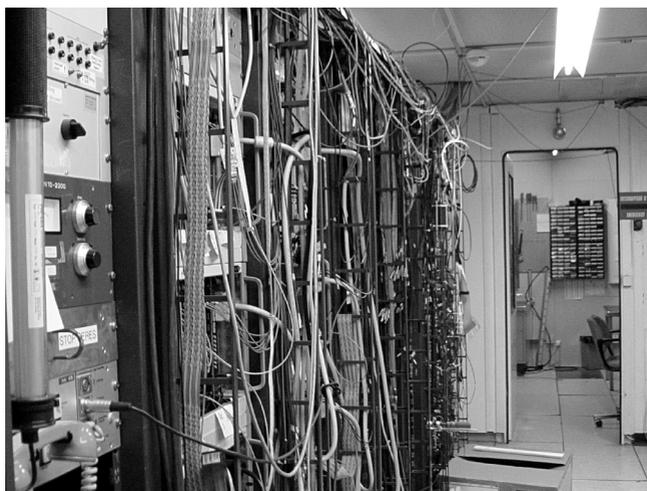
Por último, cabe señalar que los distintos responsables del test hacen acto de aparición a lo largo del mismo para asegurarse de que todo está en orden, bajo control, pero también para dedicar un tiempo a los encargados de los turnos. Para los neófitos, aspirantes a consagrarse en la física de partículas experimental, estos momentos son importantes básicamente por tres motivos: en primer lugar, porque suponen un apoyo moral para la persona que lleva allí varias horas y que empieza a

---

<sup>24</sup> La barraca de control viene a tener diez metros de largo por cuatro de ancho. La sala es rectangular como un pasillo en medio que divide el espacio, en un lado y en línea están dispuestas las mesas y los ordenadores sobre los que se trabajará y en el otro, a espaldas, están los diferentes sistemas de recogida de información.

<sup>25</sup> En realidad, en nuestro trabajo de campo los antropólogos, sufrimos una experiencia parecida, siendo las anécdotas no sólo una parte importante de nuestras vivencias etnográficas sino también de nuestros referentes míticos.

hastiarse frente a la pantalla. Las visitas son ocasiones para romper con la rutina. En segundo lugar, porque suponen un reconocimiento explícito a su labor como *shift*, en el que muestran su trabajo y comentan las pequeñas incidencias. Y, en tercer lugar, porque sirven como base para un aprendizaje, son momentos para la transmisión de las experiencias y los conocimientos en la práctica del laboratorio (los *sacra* de la física de partículas).



Sala de recepción de datos del Test Beam. Las señales procedentes del acelerador y de los diferentes detectores llegan hasta aquí dónde son tratadas y registradas en los ordenadores de adquisición

### 3.4. Soltando las presas (*aceleradores*) para cazarlas (*detectores*)

Como venimos avanzado el propósito del test beam era ensayar en ‘condiciones prácticamente reales’ los sistemas de detección electrónicos elaborados por los diferentes grupos de trabajo. Para conseguir este fin los físicos experimentales ‘reproducían’ algo similar en el laboratorio de lo que se esperan encontrar en el experimento futuro, es decir, una vez

el detector este colocado en el espacio. Y es algo similar ya que lo que se consigue es reproducir el ‘tipo de efecto’ que luego se encontrarán (o se presupone encontrarán) en el espacio, es decir, ‘producen’ partículas que luego van a detectar en los rayos cósmicos, con el mismo detector que va a volar y con una electrónica lo más parecida posible a la que se utilizará.

La reproducción es ‘algo similar’ porque en el laboratorio se intentan escenificar ‘casi las mismas condiciones’, las previsible, pero es evidente que no son las mismas (Por poner unos ejemplos, el detector operará en el vacío y en el test beam está condición es imposible de conseguir, las partículas en el espacio tendrán energías diferentes mientras que en la prueba de haz todas tienen la misma...). Lo que se busca, por tanto, es reproducir ‘el tipo de efecto’ y para ello utilizan un haz con unas características que no sólo conocen y controlan sino que imponen. ¿Qué persiguen o consiguen entonces con los aceleradores? ¿Reproducir o producir la naturaleza a través de la aceleración de partículas y su posterior colisión?

Desde nuestra perspectiva, el objetivo de los aceleradores no es reproducir, sino producir partículas que se encuentran en la naturaleza. Los físicos de altas energías utilizan en sus laboratorios tecnologías avanzadas no sólo para estudiar fenómenos naturales, sino para producir ‘artificialmente’ dichos fenómenos. Así pues vamos a realizar una distinción, en el contexto de la práctica experimental de los físicos de partículas, entre dos categorías operativas que nos parecen fundamentales: producir y reproducir. Debe dejarse claro que lejos de practicarse una discriminación retórica se considera fundamental entender que, desde nuestra consideración, ambas nociones se refieren a distintas conceptualizaciones. En este sentido, cuando hablemos de producir haremos referencia a los procesos mediante los cuales se ‘hace existir’<sup>26</sup>, es decir,

---

<sup>26</sup> En el diccionario etimológico Moliner se dice que pese a la dificultad de su definición “su significado lógico es hacer existir” (1990:851).

se crea o se origina. Mientras que cuando estemos refiriéndonos a reproducir, haremos mención a la capacidad de realizar un efecto otra vez, de conseguir repetir de nuevo algo producido o de intentar copiar lo original.

¿Por qué nos parece fundamental realizar esta distinción? Porque consideramos que los físicos de partículas no se conforman sólo con el estudio de los fenómenos naturales, de lo ‘naturalmente dado’, sino que van más allá en sus laboratorios produciendo ‘artificialmente’ los propios fenómenos que quieren estudiar<sup>27</sup>. De tal forma, que lo ‘naturalmente dado’ se transforma en lo ‘naturalmente construido’ a través de toda una serie de mediaciones. Las reacciones que se producen en los aceleradores son híbridos de la cultura y la naturaleza, no son ni una cosa ni otra. Y de las mediaciones, quizás, la más clara es la aparición no sólo metafórica sino real de la figura del cazador.



Vista general de la zona experimental Área Norte (CERN) donde se encuentra la línea H 8

---

<sup>27</sup> Nothnagel, en su trabajo realizado en el CERN, considera que en la física de alta energía se ‘reproduce’ la naturaleza (1996:269), nosotros nos distanciamos de dicha consideración y optamos por considerar que sencillamente la produce.

Podríamos decir que los aceleradores se convierten en espacios definidos por su ambigüedad: por un lado, como lugares de caza, delimitados y acotados, se convierten en espacios culturizados y, por otro, su campo se transforma en un espacio marcado por la aparición de fenómenos naturales. Pero, además, dichos fenómenos son producidos por la práctica cultural: las partículas son puestas en circulación, pasando una y otra vez por distintos puntos para recibir energía a través de la colocación de campos magnéticos. Los sucesos registrados por los detectores no son ni naturales ni culturales: son híbridos de laboratorio. Ejemplos claros de la inconsistencia del paradigma dualista sobre el que se fundamenta el discurso científico. Y es precisamente una ciencia como la física, que junto con la matemática conforman el núcleo duro por excelencia de las ciencias puras, la que pone en evidencia curiosamente tal inconsistencia.

De hecho, como ya avanzamos, nuestra práctica cultural ha edificado como dos constructos antagónicos lo que se ha venido llamando naturaleza y cultura, y se podría añadir que esa representación ha ido retroalimentándose al presentarse ambos conceptos como contrarios y excluyentes. La aparición del mito de la ciencia moderna contribuyó, curiosamente, a trazar más la separación entre ambos, produciéndose continuas fracturas entre prácticas (ciencias puras/sociales) y discursos (racionalidad científica/sentido común). En la física de altas energías vemos cómo las delimitaciones entre lo natural/lo cultural se desvanecen en una suerte de trasgresión continua, la ‘natural naturaleza’ se transforma en una ‘cultural naturaleza’. De ahí, que hayamos calificado de ‘curioso’ dicho proceso porque la práctica científica no ha hecho otra cosa que producir hibridaciones entre dos mundos tratados como objetos delimitados.

En nuestro análisis del test beam es posible observar distintos momentos de este proceso. En primera instancia la naturaleza aparece ‘naturalizada’ (se ponen en circulación, acelerándolos, los iones de indio o de zirconio), es decir, la práctica de los físicos de partículas permite crear/producir un fenómeno ‘natural’ en un espacio artificial y concreto (el laboratorio)

que sólo sería posible observar en la ‘naturaleza’ con altas energías, en los rayos cósmicos.

En un segunda instancia la naturaleza aparece sometida y controlada (se hace incidir a los iones sobre un blanco de berilio para luego seleccionarlos), es la expresión y culminación de una culturización de la naturaleza. Los físicos experimentales reproducen el tipo de efecto que quieren estudiar a partir de la producción de un ‘fenómeno natural’, para ello delimitan un espacio (área experimental), seleccionan las partículas (iones) y las aceleran y articulan un proceso (las hacen chocar contra un objetivo).

Y por último, la naturaleza aparece culturizada a través de una mediación clásica en nuestro sistema de representación cultural: la caza. Los investigadores consiguen cazar las partículas que ellos mismos han puesto en circulación para su captura. Las presas son sometidas a complejos sistemas matemáticos e informáticos que las devuelvan y convierten en realidad ‘natural’ a través de generar datos que son tratados y mediatizados para que puedan ser leídos en términos culturales. No está de más recordar que “se puede ver la caza como una dramatización primordial del salto entre la naturaleza y la cultura” (Zulaica, 1992:76). Y más que un salto podríamos decir que la actividad cinegética es la representación de un *continuum* entre dos mundos.

En definitiva, podemos decir que los físicos de partículas a través de sus detectores, los artefactos que construyen artesanalmente ellos mismos, pretenden captar los sucesos, ‘cazar partículas’, en este caso, en un territorio no sólo marcado para y por la caza sino controlado y conocido, un espacio culturizado para una naturaleza de igual modo culturizada.

---

---

## BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, Manuel. (2004) "El CERN cumple 50 años (1954-2004)". [http://www.fpa.csic.es/doc/REF\\_CERN\\_50\\_2004.pdf](http://www.fpa.csic.es/doc/REF_CERN_50_2004.pdf)

BARLEY, Nigel. (1989) *El antropólogo inocente*. Barcelona, Anagrama.

BOURDIEU, Pierre. (2001) *Science de la science et réflexivité*. París, Raisons d'agir.

BUSINO, Giovanni. (1998) *Sociologie des sciences et des techniques*. París, Que sais-je?.

CHALMERS, Alan. [1976](2000) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Tercera edición corregida y aumentada. Madrid, Siglo XXI.

DESCOLA, Philippe y PÁLSSON, Gílsi. (ed.)(1996) *Nature and Society. Anthropological perspectives*. Londres, Routledge.

DESCOLA, Philippe. (1986) *La Nature Domestiqué. Symbolisme et praxis dans l'écologie des Achuar*. París, Maison des sciences de l'homme.

EDER, Klaus. (1996) *The Social Construction of Nature. A Sociology of Ecological Enlightenment*. Londres, Sage.

ELLEN, Roy F. (1996) "The cognitive geometry of nature: a contextual approach" en DESCOLA, Philippe y PÁLSSON, Gílsi. (ed.): *Nature and Society. Anthropological perspectives*. Londres, Routledge.

FERREIRA, Miguel. (2004): "Vivir la ecuación de Schroedinger: una aproximación antropológica al conocimiento científico" en *Actas del VIII Congreso de Español de Sociología*. Alicante, FES.

GARCIA JORBA, Juan. (2000) *Diarios de campo*. Cuadernos metodológicos. Madrid, CIS.

GREENWOOD, David (2000) "De la observación a la investigación-acción participativa: una visión crítica de las prácticas antropológicas". *Revista Antropología Social*. Madrid, Complutense.

GUASCH, Óscar. (1997) *Observación participante*. Cuadernos metodológicos. Madrid, CIS.

GUNION, John.F. (Ed.)(2000) *The Higgs Hunter's Guide*. Londres, Perseus Publishing.

HABERMAS, Jürgen. (1984) *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid, Tecnos.

- 
- HARAWAY, Donna. (1995) *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*. Madrid, Cátedra.
- HAWKING, Stephen. (1991) *Historia del Tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Barcelona, Crítica.
- IRANZO, J, COTILLO-PEREIRA, A. Y BLANCO J. (2000): “Una aproximación a la Bibliografía de los Estudios Sociales de la Ciencia y de la Tecnología”. Nomadas, Universidad Complutense.
- KUHN, Thomas. [1962](1997) *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE.
- LATOURET, Bruno y WOOLGAR, S., (1995) *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid, Alianza.
- LATOURET, Bruno. (1992) *Ciencia en acción*. Barcelona, Labor.
- LATOURET, Bruno. (1993) *Nunca hemos sido modernos. Ensayo de antropología simétrica*. Madrid, Debate.
- LATOURET, Bruno. (1993) *Petites leçons de sociologie des sciences*. París, Points.
- LATOURET, Bruno. (2001) *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona, Gedisa.
- LEDERMAN, Leon y TERESI, Dick. (1996) *La partícula divina. Si el universo es la respuesta, ¿Cuál es la pregunta?*. Barcelona, Crítica.
- MACCORMACK, Carol. y STRATHERN, Marilyn. (1980) *Nature, Culture and Gender*. Cambridge University. Londres.
- MAFFESOLI, Michel. (1993) *El conocimiento ordinario. Compendio de sociología*. México, FCE.
- MAFFESOLI, Michel. (1997) *Elogio de la razón sensible. Una visión intuitiva del mundo contemporáneo*. Barcelona, Paidós.
- MATALON, Benjamin. (1996) *La construction de la science. De l'épistémologie à la sociologie de la connaissance scientifique*. Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- NOTHNAGEL, Detlev. (1996) “The reproduction of nature in contemporary high-

---

energy physics” en DESCOLA, Philippe y PÁLSSON, Gílsi. (ed.): *Nature and Society. Anthropological perspectives*. Londres, Routledge.

PUJADAS, Joan J. (coord.)(2005): *Etnografía*. Barcelona, UOC.

RABINOW, Paul. (1992) *Reflexiones sobre un trabajo de campo en Marruecos*. Madrid, Júcar Universidad.

SANMARTÍN, Ricardo (2000) “La entrevista en el trabajo de campo”. Revista Antropología Social. Madrid, Complutense.

SANMARTÍN, Ricardo (2003) *Observar, escuchar, comparar, escribir. La práctica de la investigación cualitativa*. Barcelona, Ariel.

SANTAMARINA, Beatriz. (2003): “Una antropóloga entre nativos”. Arxius de Ciències Socials. Valencia, Afers.

SERRES, Michel (ed.)(1991) *Historia de las ciencias*. Madrid, Cátedra.

SHAPIN, Steven. (2000) *La Revolución científica. Una interpretación alternativa*. Barcelona, Paidós.

STENGERS, Isabelle. (1995) *L'invention des sciences modernes*. París, Flammarion.

TAYLOR, Steve y BOGDAN, Robert. (1992) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona, Piados.

TRAWEEK, Sharon. (1988) *Beamtimes and Lifetimes*. Cambridge, Harvard University Press, 1988.

WOOLGAR, Steve. (1991) *Ciencia: Abriendo la caja negra*. Barcelona, Anthropos.

YNDURÁIN, Francisco J. (2000) “El mundo del microcosmos: Un siglo de física de partículas” en GARCÍA BARRENO, P. (dir) *La ciencia en tus manos*. Madrid, Espasa.

YNDURÁIN, Francisco J. (2001) *Electrones, Neutrinos y Quarks. La física de partículas ante el nuevo milenio*. Barcelona, Crítica.

ZULAICA, Joseba. (1992) *Caza, símbolo y eros*. Madrid, Nerea.

---

## **NORMAS DE PUBLICACIÓN**

1. Se aceptarán trabajos de investigación no publicados fruto de investigaciones en curso o recientemente finalizadas, así como síntesis de tesis doctorales o trabajos de investigación de Tercer Ciclo.

2. El Consejo de Redacción seleccionará los trabajos y comunicará a los autores cualquier sugerencia de modificación.

3. La extensión **total** de los originales se ajustará a **40-41 hojas** DIN-A4. El texto se presentará en Arial de 11 puntos, con un 1,5 de interlineado. En la primera página aparecerá el título del trabajo y el nombre del autor. En una hoja aparte, los autores deben presentar un resumen del trabajo en 100 palabras especificando 3 palabras clave, así como una breve descripción sobre la procedencia del trabajo (Tesis doctoral, proyecto de investigación financiado, u otros) y cualquier otra indicación (dirección postal, cargo profesional, e-mail, fax).

4. Se enviarán **dos copias impresas** y una copia en **diskette 3 1/2** en formato PC, (Word para Windows).

5. Para las **referencias bibliográficas** se seguirá el **sistema autor-año** tanto en el texto como en las notas a pie de página:

-Se incluirán a lo largo del texto las citas con la indicación entre paréntesis del autor citado, el año de publicación y, en su caso, de las páginas donde se halla el texto original: (Sennet, 2000: 8-9).

-Se incluirán al final del texto, las referencias bibliográficas completas ordenadas alfabéticamente de acuerdo al siguiente modelo:

Sennet, R. (2000) *La corrosión del carácter*, Anagrama, Barcelona.

Subirats, M.(1999) “Les desigualtats socials a la Catalunya actual”, *Revista Catalana de Sociologia* nº 9, setembre 1999

6. Los trabajos podrán presentarse en cualquiera de las dos lenguas oficiales de la Comunidad Valenciana.

7. Los originales han de remitirse a: **Quaderns de Ciències Socials**

Facultat de Ciències Socials

Edifici Departam. Occidental

(Entreplanta-Deganat)

Avda. Tarongers s/n 46022- València

e-mail: Quaderns@uv.es

---

---

---