

99  
2es -



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

## PROCESOS PSICOLOGICOS Y MUSEOS DE CIENCIAS: INTERACCION Y CONSTRUCCION DE CONOCIMIENTO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADA EN PSICOLOGIA  
P R E S E N T A  
VALERIA SOLEDAD GARCIA FERREIRO

DIRECTOR DE TESIS: MTRA. ANA MARIA SANCHEZ MORA

MEXICO, D. F. 1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

259962



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A mis padres**

Más naides se crea ofendido,  
pues a ninguno incomodo;  
y si canto de este modo  
por encontrarlo oportuno,  
no es para mal de ninguno  
sino para bien de todos.

Martín Fierro  
(Hernández, 1991, canto33)

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

1. Una salida para el laberinto
2. Acerca de la difusión de la ciencia, su importancia, sus medios y las principales problemáticas a las que se enfrenta; de los museos como medio privilegiado de difusión; de la distinción entre disciplinas científicas que éstos generan y de su supuesta interactividad. Acerca de estos problemas y de cómo solucionarlos...
3. Planteamiento del problema
4. Objetivos e hipótesis
5. Justificación teórica, aplicativa y social
6. Fundamentos

## PARTE I- LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA 1

### CAPÍTULO 1: LA DIFUSIÓN, SU IMPORTANCIA, SUS MEDIOS Y SUS PROBLEMAS 2

- 1.1 Importancia de la difusión 2
- 1.2 La difusión de la ciencia y sus medios 4
- 1.3 ¿Quién se ocupa de la difusión de la ciencia? 7
- 1.4 Problemas de la difusión de la ciencia 7
  1. Veracidad vs accesibilidad 7
  2. Creatividad e imaginación 9
  3. La motivación 9
  4. El conocimiento previo 11
  5. La objetividad de la ciencia en la difusión 13
  6. Despertar vocaciones 15
- 1.5 Difusión vs enseñanza de la ciencia 16
- 1.6 La ciencia como parte de la cultura 22
- 1.7 ¿Qué es lo que se difunde? 24
- 1.8 Qué es la difusión de la ciencia y qué debería ser. Conclusiones del capítulo 26

## **CAPÍTULO 2: LOS MUSEOS DE CIENCIA 30**

2.1 Un cambio en la noción de museo: los museos de ciencia 30

2.2 Museos de ciencia: un lugar privilegiado para la difusión 31

2.3 Los museos de ciencia en México 33

2.4 Análisis de tres de los principales museos de ciencia de la República Mexicana 36

1. El problema de las magnitudes 36

2. Mas allá del contenido 38

3. La división por salas 40

4. Las ciencias sociales en los museos interactivos 42

5. Apoyos 48

6. La aproximación científica al museo de ciencias 50

7. La idea de interacción 53

2.5 Dos problemas fundamentales y poco analizados en los museos de ciencia.

Conclusiones del capítulo 54

## **PARTE II- LA DISTINCIÓN ENTRE CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA 56**

### **CAPÍTULO 3: DOS POSTURAS OPUESTAS SOBRE LA DISTINCIÓN ENTRE CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA 57**

3.1 Introducción 57

3.2 El empirismo lógico 59

3.3 El análisis lógico del lenguaje 60

3.4 Reduccionismo 64

3.5 La unidad del lenguaje de la ciencia 65

3.6 Fisicalismo 67

3.7 Weber 70

3.8 Conclusiones del capítulo 76

## **CAPÍTULO 4: LA PSICOLOGÍA FRENTE A LA DISTINCIÓN ENTRE CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA 79**

- 4.1 Introducción 79
- 4.2 Revisión histórica 80
- 4.3 La revolución conductista 92
- 4.4 La revolución cognitivista 96
- 4.5 La psicología genética de Jean Piaget 98

## **CAPÍTULO 5: UNA ALTERNATIVA AL PROBLEMA DE LA DISTINCIÓN ENTRE LAS CIENCIAS: LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA 105**

- 5.1 Empirismo vs ciencia empírica 105
- 5.2 Distinción de los niveles de trabajo epistemológico 107
- 5.3 Linealidad vs circularidad de la ciencia 109
- 5.4 Mecanismos de construcción de conocimientos 112
- 5.5 Conclusiones al problema de la distinción entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza 116

## **PARTE III- LA INTERACCIÓN EN LOS MUSEOS DE CIENCIAS 123**

### **CAPÍTULO 6: TEORÍAS DEL APRENDIZAJE 124**

- 6.1 Introducción 124
- 6.2 Teoría constructivista de Piaget vs constructivismo de Vygotsky 127
- 6.3 Internalización vs interiorización 133
- 6.4 El papel de la experiencia: teoría constructivista vs teoría conductista 139

### **CAPÍTULO 7: LA ACCIÓN COMO GENERADORA DE CONOCIMIENTO 144**

- 7.1 Consideraciones preliminares 144
- 7.2 La acción en la teoría psicogenética como generadora de conocimiento 145
- 7.3 Interacción vs manipulación 147
- 7.4 Aplicaciones de la noción de acción propuesta por la psicología genética 147
- 7.5 Conclusiones del capítulo 149

## **PARTE IV- PROPUESTA TEMÁTICA PARA UN MUSEO *INTERACTIVO* DE CIENCIAS** 150

### **CAPÍTULO 8: CONSIDERACIONES PRELIMINARES** 151

- 8.1 Planeación y diseño de exposiciones 151
- 8.2 La elaboración técnica de una exposición 154
- 8.3 Alcances y limitaciones de la presente propuesta 155

### **CAPÍTULO 9: TEMAS PROPUESTOS** 159

- 9.1 El poder de las medidas, las medidas del poder 159
- 9.2 Órdenes de magnitud 164
- 9.3 ¿Desastres naturales?: Fenómenos sociales 165
- 9.4 Érase una vez un volcán... llamado Don Goyo 168
- 9.5 Creer para ver 176
- 9.6 Organización de un espacio museográfico 180
- 9.7 Conclusiones del capítulo 183

### **CAPÍTULO 10: LA CIENCIA COMO PARTE DE LA CULTURA** 185

- 10.1 Introducción 185
- 10.2 Los problemas pendientes de la difusión 185
  - 1. Veracidad vs accesibilidad 185
  - 2. Creatividad e imaginación 186
  - 3. La motivación 187
  - 4. El conocimiento previo 187
  - 5. La objetividad de la ciencia en la difusión 188
  - 6. Despertar vocaciones 189
- 10.3 La ciencia como proceso: cambio de paradigmas 189
- 10.4 Para encontrar respuestas hay que preguntarse primero 191
- 10.5 Prejuicios 192
- 10.6 Hacia la interacción 193
- 10.7 Conclusiones finales 195

## **APÉNDICE I**

(Revisión histórica de los medios de difusión de la ciencia en México )

1. Publicaciones II
2. La radio II
3. Televisión III
4. Cine y video III
5. Museos y centros de ciencia III
6. Libros IV
7. La prensa de gran tiraje IV
8. Instituciones y asociaciones IV
9. Instituciones formativas V

## **REFERENCIAS**

# INTRODUCCIÓN

## 1. Una salida para el laberinto

En un lugar del museo, de cuyo nombre no quiero acordarme, realicé mi servicio social. "Trabajar en 'El laberinto': la condena impuesta por el diablo a los anfitriones que no quisieran ayudarlo", escribe Ana María Sánchez en su pastorela dedicada a *Universum*. Y en ese mismo laberinto fue donde durante seis meses como anfitriona comencé a perderme por los caminos apenas trazados de la difusión de la ciencia y de sus museos.

Con muchas dudas y mucho por azar, un poco por mis genes y otro poco por las ganas de fundamentar mi oposición a aquella psicología reducida a la clínica o al estudio de ratas, entre a la Facultad de Psicología de la UNAM. Con cada vez más ganas de ser periodista pero convencida de que en la carrera de comunicaciones mucho se enseña de forma y poco se sale sabiendo de contenido, con la inquietud de estudiar matemáticas pues nunca pude renunciar al placer de encontrarle solución a un problema o de demostrar un teorema, pero con muchas reservas por no querer despegar los pies de un mundo lleno de desigualdades sociales y de necesidad de urgentes soluciones, de pronto me encontré con más actividades que horas en el día: sexto semestre en la carrera de psicología, servicio social en un museo de ciencias, carrera simultánea de matemáticas y diplomado en divulgación de la ciencia. Contestar las preguntas de muchos ante tal aparente confusión vocacional me obligó a encontrarle relación a todas mis actividades. Lo confieso. No fue de acuerdo a un plan previo, sólo una vez metida en tal enredo de actividades fue que le encontré sentido a todas, sólo una vez que pude resumir mis explicaciones bajo una mismo término: difusión de la ciencia.

No hacía mucho que yo había comenzado a trabajar como anfitriona en *Universum*. Un compañero ofrecía la explicación de un modelo desmontable del cuerpo humano a pequeños visitantes de primaria y me senté a escucharlo. "¿De qué está hecho el cuerpo humano?", preguntó el anfitrión antes de comenzar a desarmarlo. "De sangre", "de pensamientos", "de sueños", respondían entusiasmados los chiquitos, hasta que uno de los que nunca falta en un grupo de primaria contestó: "de órganos". El anfitrión que había mantenido cara de profesor irritado ante tantas respuestas "erróneas" felicitó a este último por tan acertada respuesta y luego continuó con su explicación. ¿Qué habría pasado si en lugar de ignorar y reprobar por omisión las primeras respuestas ese anfitrión hubiese intentado seguirlos cuestionando hasta comprender el por qué de esas concepciones?

Tiempo después otro compañero ofrecía una visita guiada en "El laberinto", sala dedicada al proceso de digestión. Cuando llegaron al estómago, el anfitrión, que repetía por 3ra o 4ta vez en el día su discurso (cuando un anfitrión establece cierto discurso difícilmente lo modifica de acuerdo a la población a la cuál se está dirigiendo), recitó el funcionamiento de este órgano y mencionó la importante participación de las encimas digestivas. "¿Qué son las encimas?" preguntó una pequeñita que lo escuchaba. El anfitrión se percató de que, en este caso, su habitual discurso no solucionaría la inquietud de la pequeña. Dudó, titubeó y luego, inseguro, le respondió: "son unas cositas chiquititas que muelen el alimento, así como cuando uno come pero más chiquitito". Ojalá alguien hubiese conversado luego sobre las encimas con la pequeña que, como pocos, se animó a preguntar.

Ya al ingresar al museo se me había solicitado realizar una investigación para determinar las causas de destrucción de El laberinto debido al gasto excesivos que esta sala le causaba a *Universum*. Al finalizar el servicio social entregué al museo un documento titulado: "Reporte de la investigación realizada en el

Museo de Ciencias *Universum* para analizar las causas de destrucción de "El laberinto", la funcionalidad de esta sala y el papel del anfitrión en el museo" (1996). Este documento, además de intentar dar solución a ciertas problemáticas específicas, me abrió un mundo de preguntas e inquietudes acerca de los museos de ciencia y de la difusión en general: ¿cuál es el objetivo de un museo de ciencias?, ¿se presentan científicamente los temas que aborda o sólo se presenta a la ciencia como un contenido?, ¿por qué si defienden cierta autonomía con respecto a la educación formal, queriendo evitar ser vistos como la escuela sólo que "más divertida", sus salas se llaman *Biología*, *Química*, *Física*, como las clases escolares?; ¿bajo qué fundamentos se decide qué, cómo y dónde se presenta la información científica?

Al finalizar el servicio social inscribí a la carrera de matemáticas como simultánea y quedé convencida de ciertas sospechas: la ciencia es una manera de pensar, es un modo de ver al mundo y no solo un contenido o un recetario metodológico; en ciencia es válido lo que se pueda fundamentar y no se acepta un principio solo porque "a alguien genial se le ocurrió". ¿Donde estaba esa ciencia como manera de pensar en los museos como *Universum*?; ¿donde estaba la fundamentación de los principios y fenómenos que la divulgación de la ciencia difunde como si se tratara de una serie de datos y descubrimientos? ¿Donde queda tanto por qué, tanto cómo, entre tanto qué, entre tanta información científica?

Ni un año de matemáticas llevaba yo cursado cuando me inscribí llena de entusiasmo al Diplomado en Divulgación de la Ciencia ofrecido por el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM. Y a los pocos meses una nueva idea se me aferró convencida: hay periodismo científico y periodismo de cuestiones sociales, económicas y políticas, pero ciencia y sociedad se mantienen como dos universos independientes casi sin relación entre

ellos. Se reconoce la existencia de las ciencias sociales, pero éstas no son incluidas en los museo de ciencias, en los museos de ciencias...naturales.

En noviembre de 1997 asistí al VII Congreso de Divulgación de la Ciencia y la Técnica organizado por la SOMEDICYT (Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología) donde se enfatizó cantidad de veces una de las principales metas de la difusión que aún no ha sido alcanzada: que la ciencia pase a formar parte de la cultura, que no sea vista como algo ajeno a quien no se encuentra directamente involucrado en la producción científica. Entre físicos, biólogos y matemáticos se discutieron ésta y otras problemáticas... prácticamente ausentes los profesionales de ciencias sociales, casi tan ausentes como los fundamentos en las opiniones de los que en este, como en los congresos anteriores que se celebran anualmente desde 1991, debaten los problemas de la difusión de la ciencia, como si se tratara, precisamente, de una cuestión de opinión.

Y así me interné por varios meses en un nuevo laberinto. Esta vez mi meta no es determinar las causas de su destrucción sino contribuir a su creación; a la creación de la difusión de la ciencia.

## **2. Acerca de la difusión de la ciencia, su importancia, sus medios y las principales problemáticas a las que se enfrenta; de los museos como medio privilegiado de difusión; de la distinción entre disciplinas científicas que éstos generan y de su supuesta interactividad. Acerca de estos problemas y de cómo solucionarlos...**

... Así debió haberse llamado esta tesis si hubiese pretendido que su título explicara lo que pretende analizar. Por suerte conté con lectores previos a esta versión final que muy sutilmente me advirtieron de las consecuencias de tal barbaridad. Así que éste no es el nombre de la tesis, pero sí la descripción de lo que trata y que está organizado de la siguiente manera.

## PRIMERA PARTE: LA DIFUSION DE LA CIENCIA

En esta primera parte se analiza la importancia de la difusión científica, sus problemáticas principales y sus medios, así como la relación entre difusión y enseñanza de la ciencia. Dentro de los medios de difusión (publicaciones, libros, prensa, periódicos, radio, televisión museos) se profundiza en los museos y centros de ciencia como un medio privilegiado para la difusión. Se analizan tres de los principales museos de la República Mexicana: *Universum* (UNAM- Cd. de México), *Descubre* (Aguascalientes) y *Explora* (León). Se ponen de manifiesto dos problemáticas particulares de los museos de ciencia: la distinción que convalidan entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza y el papel de la acción como generadora de conocimiento. Estas problemáticas son analizadas en profundidad en las partes dos y tres respectivamente.

## SEGUNDA PARTE: LA DISTINCION ENTRE CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN LOS MUSEOS DE CIENCIAS

Esta parte está dedicada a fundamentar la innecesaria dicotomía que los museos de ciencias convalidan entre disciplinas sociales y disciplinas de la naturaleza. Se analizan dos posturas epistemológicas opuestas: el empirismo lógico y la postura de Weber. Se analiza el papel fundamental de la psicología en esta distinción y, a partir de la epistemología genética de J. Piaget, donde la psicología genética juega un papel fundamental, se propone una alternativa al problema de la distinción entre las ciencias.

### TERCERA PARTE: LA INTERACCION EN LOS MUSEOS DE CIENCIA

En esta parte se pone de manifiesto la necesidad de respaldar la noción de interacción en una teoría del aprendizaje. Se analiza el papel de la acción como generadora de conocimiento y la supuesta interactividad de los museos de ciencia.

### CUARTA PARTE: PROPUESTA TEMATICA PARA UN MUSEO INTERACTIVO DE CIENCIAS

En esta última parte se pretende generar una propuesta temática para un museo de ciencias que no margine a las ciencias sociales y que, respaldada en el constructivismo, considere a la acción como generadora de conocimiento para lograr que los museos de ciencia sean realmente interactivos. Con esto fundamentamos la necesidad de crear, frente a los museos manipulativos de tecnología que existen actualmente, museos interactivos de ciencias.

### **3. Planteamiento del problema y preguntas de investigación**

En difusión de la ciencia, por ser esta una disciplina aún en formación, se discuten una serie de problemáticas que son analizadas en la primera parte de la tesis:

- . Quién debe ocuparse de la difusión, si esta es labor sólo de científicos o es responsabilidad de periodistas.
- . Cómo hacer accesible el conocimiento científico (cada vez más especializado) sin distorsionarlo.
- . Cómo motivar a la gente que no se encuentra directamente relacionada con la producción científica a la ciencia y cómo despertar vocaciones científicas en los jóvenes que ingresan a la educación superior.
- . Qué relación guarda la difusión con la enseñanza.
- . Cómo lograr que la ciencia forme parte de la cultura.

Los museos de ciencia, como medio particular de difusión, plantean, además de las problemáticas antes señaladas, dos problemáticas particulares que repercuten directamente en la idea de ciencia que se difunde y en el aprendizaje de los visitantes: la distinción que convalidan entre ciencias sociales y ciencias naturales y la acción como generadora de conocimiento.

**a. La distinción de las ciencias.** Tradicionalmente los museos comenzaron siendo lugares donde se guardaban objetos y colecciones valiosas para su protección y exhibición. Los museos de ciencia modifican la noción misma de museos pues introducen a las ciencias de la naturaleza en los espacios museográficos. Pero esta modificación de la noción de museo promueve una dicotomía entre las disciplinas científicas que se ocupan de los fenómenos sociales y aquellas que se ocupan de los fenómenos de la naturaleza. Así, tanto la historia de las ciencias naturales como el estado actual de las ciencias sociales queda prácticamente excluidos del espacio museográfico. Además, ciencias sociales y ciencias naturales quedan espacialmente separadas. ¿Cuál es el fundamento de esta distinción entre las ciencias? ¿Qué implicaciones tiene? ¿Es necesaria esta distinción para lograr el aprendizaje de acuerdo a los contenidos específicos de cada una o es producto de una concepción epistemológica particular?

**b. La acción como generadora de conocimiento.** Son pocos los textos crítico-reflexivos de la difusión de la ciencia que se refieren explícitamente a la teoría del aprendizaje que están presuponiendo. Menos aún son los que analizan el papel de la acción dentro de los museos interactivos. Parece haber una gran confusión en torno a la supuesta interactividad de los museos de ciencia, entre otras cosas, porque se desconocen las diferentes teorías del aprendizaje en cuanto al papel de la acción como generadora de conocimiento. Cualquiera que sea la teoría del aprendizaje que se considere, la interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento juega un

papel central en la adquisición del conocimiento ¿Dónde radica la diferencia en las distintas concepciones sobre la adquisición del conocimiento? ¿Cuáles son las consecuencias de considerar el papel de la acción en la construcción del conocimiento desde una perspectiva conductista y desde una perspectiva constructivista? Los museos interactivos de ciencia, ¿realmente favorecen la interacción o se limitan a permitir la manipulación?

#### **4. Objetivos e Hipótesis**

Las problemáticas de la difusión de la ciencia deben analizarse a profundidad y no solamente discutirse como si su solución dependiera de una cuestión de opinión. El objetivo central de esta tesis es analizar a profundidad dos problemáticas que los museos de ciencia presentan, partiendo de las siguientes hipótesis:

a. Los museos de ciencia no incluyen contenidos de ciencias sociales lo cual favorece una dicotomía entre las disciplinas que se ocupan de fenómenos sociales y aquéllas que tratan los fenómenos de tipo social. Los procesos psicológicos de construcción de conocimiento son los mismos en el caso de contenidos de tipo social que en los contenidos referentes a la naturaleza por lo que la distinción entre disciplinas científicas no es necesaria en la difusión de la ciencia. Además de no ser necesaria, esta separación entre disciplinas científicas contribuye a que la ciencia se perciba como algo ajeno a la gente que no está directamente relacionada con la producción científica, como un estado acabado de conocimiento y no como un proceso en continua evolución, como un contenido y no como una manera de ver el mundo.

b. Los museos interactivos de ciencia constituyen un importante avance en la difusión científica, pero más que museos interactivos de ciencia son museos manipulativos de tecnología. Para lograr que realmente sean museos interactivos es necesario analizar cómo la acción genera conocimiento y en qué sentido la interacción es un

elemento indispensable para la construcción del conocimiento. Para ello es necesario profundizar en las teorías del aprendizaje y en las implicaciones de considerar una de ellas en particular.

Finalmente, la propuesta temática para un museo de ciencias que replantee las dos problemáticas antes señaladas no sólo pondrá en evidencia la necesidad de conocer los procesos psicológicos involucrados en la construcción del conocimiento para la planeación de un museo interactivo, sino que además considerará a la psicología, junto con el resto de las ciencias sociales, como contenido susceptible de ser incluido en la concepción de un museo de ciencia.

## **5. Justificación**

El nivel promedio de escolaridad en Latinoamérica, la demanda cada vez menor de carreras científicas, la superespecialización y los problemas de comunicación que ésta conlleva, la ciencia que se enseña en las escuelas donde el método científico consiste en una serie de pasos a modo de receta de cocina que hay que memorizar (y que los científicos supuestamente aplican sistemáticamente obteniendo así un bonito producto científico), la dominación de las grandes potencias que es tanto económica como política, pero también tecnológica y científica, la necesidad de que las decisiones que cada vez menos toman no sean aceptadas como inevitables e incuestionables por la mayor parte de la población, hacen de la difusión científica un tema de la mayor importancia.

México ha sido pionero en el campo de la difusión y, en particular, en lo que se refiere a museos de ciencia. Asesora al resto de Latinoamérica en muchos proyectos de creación de museos y centros de ciencia y varios de sus museos están considerados como unos de los grandes centros de ciencia en el mundo. Dado el boom en

la creación de estos museos y centros, es necesario analizar los ya existentes con el fin de superar las problemáticas que éstos han puesto de manifiesto.

Existe una necesidad de profundizar teóricamente en las problemáticas de la difusión de la ciencia en general, y de los museos interactivos en particular, a fin de encontrarles solución y plantear preguntas susceptibles de investigación empírica. Los problemas de la difusión son discutidos actualmente sin que en esas discusiones se plantee la reconceptualización necesaria para establecer claramente los fundamentos de las diferentes posiciones. Estos problemas se suelen discutir como si se tratara simplemente de una cuestión de opinión o de preferencia personal. Un ejemplo claro lo constituye la supuesta interactividad de los museos de ciencia, la cual se discute como si no existieran teorías del aprendizaje en las cuales fundamentar tal discusión.

## **6. Fundamentos**

Esta tesis se fundamenta desde el enfoque teórico de la teoría constructivista del conocimiento de Jean Piaget. La base de la propuesta consiste en mostrar que la epistemología genética ofrece un marco para el replanteamiento del problema de la distinción de las ciencias y que los estudios psicogenéticos relativos a la construcción del conocimiento permiten analizar el papel de la interacción en esta construcción.

Desde esta posición, la distinción entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza se plantea al nivel de una teoría del conocimiento con el fundamento empírico que surge de los estudios psicogenéticos. Las relaciones entre dicha teoría del conocimiento y los procesos psicológicos de construcción del conocimiento, nos permitirán recorrer el camino inverso a su fundamentación: a partir

del replanteamiento del problema a nivel epistemológico es posible replantear la discusión a nivel psicológico.

La fundamentación psicogenética de la epistemología constructivista, que se desarrolla en el capítulo 4 de la presente tesis, puede ser sintetizada de la siguiente manera: La epistemología genética fundamenta la teoría del conocimiento en los procesos de su construcción; cuando se adquiere cierto conocimiento nuevo se ponen en marcha estos mismos procesos de construcción.

## **PARTE I- LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA**

# Capítulo 1:

## La difusión, su importancia, sus medios y sus problemas

### 1.1 Importancia de la difusión

En una Latinoamérica donde, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) "la mitad de todas las muertes de niños que ocurrieron en los países en desarrollo durante 1995 se debieron a problemas relacionados con la desnutrición", donde el analfabetismo y la deserción escolar se presentan como uno de los mayores retos (*Informe del Estado Mundial de la Infancia 1998, Unicef*), donde la matrícula de jóvenes que ingresan a carreras científicas es cada vez más reducida, donde "la ciencia" es vista como algo ajeno a la cultura, a lo cotidiano, por todo aquel que no esté directamente vinculado con el quehacer científico, donde "la ciencia" que se enseña en las escuelas es un contenido y el método científico consiste en una serie de pasos a modo de receta de cocina que hay que memorizar y que los científicos aplican sistemáticamente obteniendo así un bonito producto científico, donde la dependencia de grandes potencias es económica y política, y también tecnológica y científica; en un México donde el gasto del gobierno central asignado a "defensa" en el periodo 1990-1996 fue del 4%, el asignado a salud del 3% y el asignado a educación fue del 27% (cuando solo un 85% de la población llega a 5to grado y el promedio de escolaridad de la población se calcula en un 4to grado), donde el 15% de la población vive con menos de un dólar diario y sólo el 32% de la población rural tiene acceso a saneamiento adecuado (este último dato ofrece un panorama claro de la situación de salubridad general de la población y es necesario enfatizar las consecuencias que esto tiene en los niveles educativos), donde la matrícula de estudiantes en los programas de posbachillerato es menor al 14%, donde habiendo unos 30 000 000 de habitantes mayores de 25 años, el

Sistema Nacional de Investigadores (SNI) cuenta con 6 278 miembros; en un mundo donde la super-especialización ha creado no sólo fronteras entre científicos y el resto de la población, sino entre los profesionales de las diferentes disciplinas científicas, donde las revistas de ciencia son leídas casi exclusivamente por los mismos científicos, donde las recientes secciones de la prensa de gran tiraje dedicadas a la ciencia son poco demandadas y no guardan relación alguna con el resto del periódico (están dirigidas por otros, escritas por otros y parecen estar dirigidas a otros, no a "todos" como el resto del diario), donde las decisiones se toman por un grupo cada vez más reducido y donde el resto de la población acepta esas decisiones como inevitables, como incuestionables, como si nada pudiera hacerse para cambiarlas; en este mundo y en particular en esta Latinoamérica hablar de difusión de la ciencia adquiere una importancia fundamental. Latinoamérica, como otras regiones del mundo, necesita un desarrollo que no sea sólo con respecto a las "variables económicas", ni basado sólo en una ciencia, una cultura y una concepción del mundo importadas. Necesita basar tan necesario desarrollo en su propia capacidad creativa -que potencialmente es mucha<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos de las siguientes fuentes estadísticas:

- . Causas de muerte infantil según la OMS- Informe del Estado Mundial de la Infancia 1998, Unicef.
- . Gasto del gobierno central en defensa, salud y educación- Fondo Monetario Internacional (FMI).
- . Porcentaje de población que vive con menos de un dólar al día- Banco Mundial.
- . Nivel promedio de educación- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- . Acceso a servicios de saneamientos- Encuestas Agrupadas de Indicadores Múltiples (MICS), OMS y Unicef.
- . Porcentaje de habitantes mayores de 25 años- proporción aproximada obtenida a partir de los datos proporcionados por la División de Población de Naciones Unidas.
- . Miembros del SNI- Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

"Uno de los mensajes de este libro es que para tratar de desarrollar nuestra ciencia, junto con los hechos de la naturaleza, debemos divulgar su historia, su sociología y su naturaleza. De lo contrario, cuando una persona que no consigue trabajo y vive en un poblado que carece de agua, ve una película sobre los esfuerzos por salvar de la extinción al águila real del oeste de Estados Unidos, o sobre los sistemas de irrigación que tenían los romanos, no podrá evitar el convencimiento de que la ciencia es cosa de ricos, y no un medio para superar la ignorancia y la miseria; la sentirá ajena" (Cereijido, 1997 p.136).

## 2.2 La difusión de la ciencia y sus medios

Se suele aceptar que la difusión de la ciencia<sup>2</sup> encuentra sus raíces en los orígenes mismos de la ciencia moderna. No intentaremos ofrecer aquí una historia antigua de la difusión. Lo que sí nos interesa es mostrar un panorama general de los orígenes de esta nueva disciplina y, sobre todo, de su situación actual, en particular en México que, dentro de Latinoamérica, ha sido uno de los países vanguardistas.

En 1939, se crea la Facultad de Ciencias de la UNAM y aun cuando antes habían surgido revistas, libros, gacetas y periódicos preocupados por la difusión de la ciencia, esta labor se encuentra todavía refugiada en la tradición oral de los maestros de escuela, y principalmente de los maestros universitarios. Un grupo de

---

<sup>2</sup> Muchos autores han considerado diferencias entre el término *divulgación* y *difusión* de la ciencia. Por ejemplo, Robles y Núñez (1991, p.100) consideran que la divulgación tiene por objetivo la formación de una cultura científica, es decir, hacer accesible el conocimiento científico al público no especializado. Por otra parte, consideran que la difusión tiene como función extender este conocimiento a través de los diferentes medios de comunicación. Otros autores utilizan el término *difusión* por considerar *divulgación* como una manera despectiva para referirse al público no especializado, y otros más justifican la acertado del término *divulgación* defendiéndolo de los ataques que lo tachan de despectivo. En el presente trabajo no se considerarán este tipo de discusiones y se emplearán ambos términos indistintamente, aunque para referirse a lo que Robles y Núñez denominan *divulgación*.

profesores e investigadores de esta recién creada Facultad de Ciencias, impulsados principalmente por Luis Estrada, jugará un papel fundamental en la difusión científica en el país.

En 1971 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, con cuyo apoyo, el de la Secretaría de Educación Pública y la Academia de la Investigación Científica, A.C., y las instituciones de educación superior públicas, se fomenta la aparición de programas de difusión de la ciencia en los estados de la República. En las dos últimas décadas se crean también diversas sociedades dedicadas a la difusión de la ciencia: la Asociación Mexicana de Recursos Audiovisuales en Ciencia, AMRAC (1985) y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, SOMEDICYT (1986), principalmente. De muy reciente creación es la AMMCYT, Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia. Guadalupe Zamarrón, presidenta de la SOMEDICYT durante la celebración del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la ciencia, inauguró el congreso poniendo de manifiesto, entre otras cosas, la reciente creación del *divulgador como profesional* con las siguientes palabras: "El hecho de que en la prensa, radio y televisión se estén abriendo espacios para divulgar ciencia, el que en los medios académicos se realicen coloquios, encuentros y ferias cada vez más frecuentes es(...) fruto del trabajo de un puñado de locos tenaces y entusiastas, que concibieron la divulgación como una actividad profesional" (Zamarrón, 1991, p.7).

Revistas y publicaciones periódicas, libros, secciones en la prensa de gran tiraje, programas de radio, televisión, filmes de cine o video, museos y centros de ciencia constituyen los diferentes medios de difusión de la ciencia.

Las revistas de difusión, publicadas principalmente por universidades e instituciones científicas, son leídas, en su mayoría, por los propios científicos. Las revistas como Muy interesante, que sí han logrado captar un mayor número de lectores, son revistas más sensacionalistas que de difusión. Se dedican, en

general, a publicar artículos de casos y fenómenos excepcionales. Varias revistas serias de difusión han desaparecido, otras siguen vigentes y otras de reciente creación están siendo publicadas periódicamente. A excepción de ciertas revistas durante cierto periodo de tiempo, la mayoría de ellas no han logrado llegar a un público ajeno a la producción científica. Este medio de difusión no ha cumplido el reto de lograr que la ciencia forme parte de la cultura.

La ciencia en la prensa de gran tiraje tiene asignada una sección especial, dirigida y realizada por grupos independientes del resto del periódico. La ciencia que aquí se presenta es independiente de la economía, la sociedad y demás secciones del periódico; muchas veces se acompaña de fotografías que están poco o nada relacionadas con la información científica que presentan y, en general, con la ciencia<sup>3</sup>.

Con respecto a la formación de profesionales de la difusión, universidades como la UNAM, la UAM (en colaboración con el Fondo de Cultura Económica), el Claustro de Sor Juana y la Universidad Autónoma del Estado de México han ofrecido u ofrecen diplomados en divulgación o comunicación de la ciencia. Estos diplomados son los únicos lugares donde se ofrece una formación en esta disciplina. No existe ninguna institución que forme divulgadores a nivel de maestría. Tampoco existe ningún escenario de investigación en difusión donde se discutan sus problemáticas y se establezcan fundamentos de esta nueva profesión.

---

<sup>3</sup> Para una revisión más amplia de estos y otros medios de difusión ver apéndice.

### **1.3 ¿Quiénes se ocupan de la difusión de la ciencia?**

La difusión de la ciencia es realizada, frecuentemente, por los mismos investigadores de las distintas disciplinas científicas. Los periodistas que escriben artículos sobre ciencia generalmente lo hacen en colaboración con algún investigador especialista en el tema en cuestión.

Cuando se aborda el tema de quién debe llevar a cabo la difusión de la ciencia se involucran varias cuestiones. Por una parte se argumenta que el investigador es el único capaz de difundir sus ideas, descubrimientos, etc., puesto que él es quien conoce a fondo el fenómeno a difundir. Bajo este argumento, si la ciencia es difundida por periodistas o profesionales sin una formación científica, se corre el riesgo de tergiversar la información y deformar el fenómeno en cuestión. Por otra parte, se argumenta que el científico no cuenta con los elementos necesarios para hacer llegar al público en general la información de manera clara y comprensible, que precisamente por no tergiversar la información mantiene un lenguaje especializado inaccesible para quienes no se encuentran directamente relacionados con el quehacer científico.

Esta serie de cuestiones nos llevan a exponer aquí los principales problemas con los que la difusión de la ciencia se enfrenta.

### **1.4 Problemas de la difusión de la ciencia**

#### **1. Veracidad vs accesibilidad**

"No se trata de engañar al lector. Tampoco, craso error de muchos científicos, de darle toda la información para convertirlo en un experto. Se trata de recrear el conocimiento científico de manera que el lector pueda integrarlo a su cultura" (Sánchez Mora, 1991 p.257). El "traducir" a un lenguaje sencillo sin distorsionar

la información es una de las principales problemáticas discutidas en torno a la difusión. En aras de la simplificación se suelen utilizar metáforas y símiles que trastocan los conceptos científicos. Otras veces, por fidelidad a los contenidos, se logran textos juzgados como "escritos por y para expertos".

Frecuentemente se encuentran artículos o programas donde, para acercar a los niños a la ciencia, los electrones o las células aparecen con características humanas: hablan, tienen pies y manos, etc. Este tipo de caricaturizaciones de los fenómenos científicos conlleva una serie de consecuencias: en primer lugar se le está exigiendo al niño que distinga entre la fantasía y la información científica que se le presenta; en segundo lugar se está distorsionando la información y complicando el entendimiento de otros fenómenos que no son tan fácilmente "antropomorfizables". El uso indiscriminado de analogías, el evitar términos sin los cuales la explicación de un fenómeno se convierte en una trivialidad, son denuncias frecuentes de investigadores que ven distorsionada la ciencia en aras de la accesibilidad que su difusión exige.

"Parte de la demanda de que la ciencia se popularice consiste en el deseo de que todo sea fácil, de que las ideas complejas se hagan accesibles mediante analogías. Cuando éstas ayudan son útiles, pero no hay que olvidar un punto fundamental: no es fácil el necesario cambio de perspectivas y, por sí solas, las analogías son inútiles" (Chimal, 1991 p.36).

Muchos autores, como el que citaremos a continuación, consideran que la labor de la difusión no es la de *simplificar* la ciencia, sino proporcionar los elementos que permitan al público comprenderla en toda su complejidad: "no se trata de mostrar una imagen fácil de la ciencia porque en ocasiones los conceptos son difíciles de entender y reducirlos o simplificarlos sería también caer en una imagen que no corresponde a la realidad(...). Lo que sí es necesario es proporcionar algunos elementos que permitan que el público pueda comprender lo que el divulgador está tratando de mostrar" (Tonda, 1992 p.86).

## 2. Creatividad e imaginación

Muy relacionado con lo anterior se encuentra el problema de los límites entre la *fidelidad* a ciertos conceptos y fenómenos científicos y la *creatividad e imaginación* con la que se difunden pretendiendo motivar al público.

"Contrario a lo que a muchos parece, la actividad de la divulgación de la ciencia es una de las que más creatividad e imaginación exige a sus practicantes. Muy a menudo incomprendida, esta labor debe realizarse "entre dos fuegos". Por un lado, debe extraer la sustancia, sus materiales, del cerrado ámbito científico, y debe, por otro lado, alcanzar, interesar y, si es posible, hasta entusiasmar al lector común con sus resultados" (López Beltrán, 1985 p.291).

## 3. La motivación

Mucho se habla del poco interés que la gente no directamente relacionada con la actividad científica muestra por la ciencia:

"El primer desafío que se le presenta al divulgador es que la ciencia, debido a razones culturales y sociales que los mismos científicos han cultivado, se considera indescifrable y, por lo tanto, aburrida. Nos han hecho creer que la ciencia, en oposición a las artes, en general no es materia disfrutable sino sufrible (y hasta insufrible) y que los únicos que pueden encontrarle un lado atractivo o placentero son aquellos pocos que la hacen" (Sánchez Mora, 1995 p.9).

Luis Gottdiener, en un artículo publicado en la revista *Ciencia* (diciembre 1997), y que está dedicado a la revista de divulgación científica *Naturaleza* señala que.

"(...)aunque los científicos mencionan frecuentemente la importancia de difundir la ciencia, la poca demanda por *Naturaleza* parecería indicar que el interés por parte de los receptores de la divulgación era escaso" (Gottdiner, 1997 p.38).

Ante este tipo de planteamientos cabe hacer dos observaciones.

En primer lugar es necesario poner énfasis en la responsabilidad de científicos y divulgadores en esta falta de motivación hacia la ciencia. Este problema está estrechamente relacionado con la idea de ciencia que, quiéranlo o no, éstos han creado y promovido junto con el conocimiento que pretenden difundir: "En nuestro país la divulgación de la ciencia no ha tenido el alcance y la repercusión suficientes y ésta es una de las razones por las que la ciencia sigue siendo considerada por el público en general como asunto de élites y por lo tanto, ajena. Mucho tiene que ver el hecho de que los esfuerzos de divulgación científica no se hayan publicitado y promocionado debidamente" (Guerrero, 1992 p.68).

En segundo lugar son múltiples las investigaciones que parecen indicar que la gente, lejos de no estar motivada hacia la ciencia, presenta un deseo muy grande por conocer, deseo que muchas veces no encuentra dónde ni cómo saciar. Presentaremos aquí una de estas investigaciones como prototipo de muchas otras realizadas en diferentes partes del mundo.

Esta investigación fue realizada por Durant, Evans y Thomas y publicada con el título de "El entendimiento público de la ciencia" (The public understanding of science). El estudio se realizó durante 1988 tomando una población de 2009 ingleses y 2041 norteamericanos mayores de 18 años y las conclusiones del mismo indican lo siguiente:

. Si bien es cierto que la gente está muy mal informada, también es cierto que está muy interesada en la ciencia, "parece que mucha gente percibe un abismo entre ellos mismos y el mundo del cual les gustaría saber más" (Durant, Geoffrey A., Evans y Geoffrey P., 1989 p.11).

. Con respecto al contenido de carácter científico, los resultados muestran que menos de la mitad de la población sabe que el electrón es más pequeño que el átomo, que la tierra gira alrededor del sol y que esto le lleva un año. Más de la mitad de la población considera

que el primer ser humano coexistió con los dinosaurios y desconocen quiénes fueron Copérnico y Galileo.

. Con respecto al método de la ciencia, los resultados son aún más preocupantes. Sólo un 14% de la población tiene una idea clara de lo que es el método científico, de la construcción de una teoría, de la prueba empírica de hipótesis o del método experimental. Más del 55% de la población considera que todas las teorías científicas de ahora van a seguir siendo aceptadas dentro de cien años.

Esta y muchas otras investigaciones similares, dentro de las cuales hemos elegido la anterior, como ya se mencionó, sólo como un prototipo, parecen indicar que, por una parte, la motivación no se presenta como un problema sustancial en la difusión de la ciencia y que, por otra parte, la idea de ciencia que parece estarse difundiendo se parece más a la de un estado terminado de conocimiento, donde a lo mucho pueden seguir sumándose nuevos descubrimientos, que a la de un proceso en constante reestructuración. Este es el panorama que se presenta en Inglaterra y en Estados Unidos, ¿se presentará la misma situación en México? Porque si así es, la motivación en sí no debería ser considerado un problema que la difusión de la ciencia debe superar. Más bien parece que la duda y el deseo por conocer es intrínseco al ser humano, y que aunque todos tenemos muchas dudas, casi todos hemos aprendido a callarlas.

#### **4. El conocimiento previo**

**a. Nivel de conocimiento científico previo.** Para difundir cierto conocimiento no es posible partir de cero. Así como cualquier crónica de fútbol no explica lo que es un tiro penal, un artículo de difusión de cualquier tema científico no puede explicar los conceptos más básicos involucrados: se tiene que dar por supuesto cierto "conocimiento popular de la ciencia". Pero ¿cuál es este nivel de conocimiento previo que el divulgador debe suponer? El problema del nivel de conocimiento que debe asumir la difusión ha

sido analizado por diversos autores. Ana María Sánchez, por ejemplo, se refiere a él como "el problema de la cultura general" y Elaine Reynoso como "nivel de conocimiento de poblaciones particulares".

La cuestión del nivel de conocimiento previo que debe asumirse al difundir la ciencia implica otras problemáticas: ¿la difusión es para quien algo sabe de ciencia o para el que no tiene la menor idea acerca de ella?; ¿la difusión debe explicar desde las nociones básicas de la ciencia o ésta es responsabilidad de la escuela?; ¿cuáles son los límites o las diferencias entre los objetivos que la escuela persigue y los que persigue la difusión de la ciencia?

**b. Ideas y creencias alternativas.** Por otra parte, los divulgadores de la ciencia aceptan que la gente, aun cuando no tenga un conocimiento científico, crea explicaciones alternativas. Estas explicaciones pueden originarse por la "popularización" de términos científicos que se distorsionan y emplean sin conocerlos realmente. Fedro Carlos Gillén, en un artículo titulado *Problemas en la transmisión de conocimientos científicos* concluye:

"...ni venimos del mono, ni los hoyos negros son hoyos, ni los virus son animales. Estos y muchos otros errores de transmisión del conocimiento científico, sólo pueden remediarse en la medida en que seamos capaces de identificar los elementos estructurales de un concepto y los transmitamos fielmente, debemos impedir obsesivamente que frases, términos o asociaciones poco afortunadas se filtren entre el público lego" (Guillén, 1992 p.96).

Guadalupe López Ortega y Rosa del Carmen Villavicencio Carballo, en *Dos obstáculos que enfrenta la divulgación de la ciencia* señalan:

"Actualmente existe consenso en cuanto a que el alumno no es una "página en blanco" sobre la que se puede "imprimir o transmitir un saber. Éste posee una serie de representaciones o ideas que interpretan las diversas informaciones recibidas y, muy a menudo, eluden informaciones o las desfiguran de una manera apropiada para que se produzca un aprendizaje

significativo(...) Uno de los obstáculos para la enseñanza y divulgación de las ciencias, proviene de la existencia de las ideas que el estudiante ha desarrollado espontáneamente para comprender la realidad y que, al interferir en la enseñanza que pretende llevar a cabo el profesor, dificultan el aprendizaje" (López y Villavicencio, 1992 p.97).

Aréchavala y Ochoa, por su parte, señalan que "nuestro acercamiento a la ciencia está gobernado por "hábitos mentales" que corresponden a un esquema (o paradigma) que introduce actitudes pasivas y poco interés en los estudiantes" (Aréchavala y Ochoa, 1995 p.92).

Para poder analizar la problemática de las ideas y creencias alternativas a las explicaciones científicas es necesario profundizar en qué es un esquema mental, qué es una representación mental, qué es el aprendizaje significativo, etc. Las citas presentadas anteriormente parecen mostrar que estos términos son utilizados sin tomar en cuenta sus fundamentos e implicaciones. Lo que uno de los autores antes citados señala con respecto a los errores de transmisión del conocimiento científico ("sólo pueden remediarse en la medida en que seamos capaces de identificar los elementos estructurales de un concepto") debería también aplicarse a los términos referentes al aprendizaje y a los procesos psicológicos en él involucrados que los mismos críticos de la difusión emplean.

##### **5.La objetividad de la ciencia en la difusión**

"La ciencia está considerada como un conocimiento objetivo y no usa banderas ideológicas, la comunicación de la ciencia no tiene fronteras y constituye uno de los pocos lazos de unión entre los distintos pueblos del mundo" (Estrada, 1985). Con este tipo de argumentos varios autores justifican la importancia de la difusión de la ciencia. Yo creo que su importancia radica precisamente en el argumento contrario. En primer lugar, si consideramos a la ciencia como una forma de pensar y no como un contenido, si la consideramos como una manera de ver al mundo y de cuestionarlo y no como una

profesión que unos ejercen y otros no, tendríamos que comenzar, como plantea Cereijido (Cereijido, 1995, p.55) a divulgar aspectos culturales e ideológicos de la ciencia, y no meramente aspectos informativos. En segundo lugar, Latinoamérica carece de un aparato científico-tecnológico-productivo propio, entre otras cosas, porque no tiene una visión del mundo que lo propicie, y ésta es una cuestión ideológica. La dependencia de América Latina de las grandes potencias, además de ser económica y política, también es científica y, si buscamos independencia y autonomía, es indispensable modificar esta noción de ciencia para crear el ambiente necesario para la producción propia. En tercer lugar, la producción científica no es ajena a las circunstancias socio-político-económicas dentro de las cuales se lleva a cabo. Por ejemplo, en la revista *Times* de la segunda quincena de noviembre de 1995 y en un programa presentado en el canal 22 por esas mismas fechas con el título de "En torno al sida", se puso de manifiesto el que ya se tenía, si no una cura, sí un conocimiento mucho más preciso acerca de esta enfermedad y de cómo evitar el desarrollo de la fase crítica y que, si no se ha difundido este conocimiento, es por los problemas de asignación de méritos y por las cuestiones económicas que implica "adueñarse" de tales conocimientos.

Por último, para divulgar una ciencia que sea percibida como parte de la cultura y no como una actividad ajena a quien no sea científico, debe presentarse como un modo de conocimiento demostrable; en este mismo sentido, si buscamos una sociedad democrática, la relación entre ciencia e ideología se explicita aún más: ni en la ciencia ni en la democracia impera el principio de autoridad, pues las cosas no valen porque alguien así lo diga o mande, sino porque se pueden fundamentar.

Por otra parte, la manera en que se considera la objetividad de la ciencia como una metodología, en la cual el investigador debe mantenerse lo más alejado posible, donde su interpretación "tergiversa" los "datos de la experiencia", donde la actividad científica se suele reducir al registro de datos, es producto de un

paradigma particular: el empirismo. Por el contrario, para el constructivismo (corriente epistemológica en la que se fundamenta la presente tesis) la objetividad se consive de la siguiente manera:

"La objetividad no está (...) en el punto de partida, no se identifica jamás con el contacto perceptivo directo, con el registro pasivo de los hechos. La objetividad, paradójicamente, coincidirá con el máximo de actividad por parte del sujeto. El pensamiento, en sus comienzos, es deformante porque se basa en la consideración aislada de ciertas relaciones privilegiadas. El progreso en el desarrollo del pensamiento consistirá en la integración de esos sistemas de relaciones en estructuras de conjunto, y son ellas las que garantizarán un conocimiento objetivo. Cuanto más rico e integrado sea el sistema en cuestión, más posibilidades tendrá el sujeto de considerar lo real en su complejidad efectiva, en otros términos, será menos deformante y, por ende, más objetivo" (Ferreiro, 1971 p.p 96-100).

Estas diferentes corrientes epistemológicas deberían tomarse en cuenta cuando se difundan conceptos científicos como el de la objetividad. El concepto de *objetividad* debería ser, en sí, objeto de divulgación.

## **6. Despertar vocaciones**

Si consideramos que habiendo unos 30 000 000 de habitantes mayores de 25 años, de los cuales sólo 6 278 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores y, el problema de despertar vocación en los jóvenes para que se formen en carreras de ciencia no es despreciable. La difusión puede ser una alternativa para motivar a los jóvenes hacia carreras científicas y, aunque está en discusión si éste es un objetivo principal o secundario de la difusión (discusión que forma parte de la polémica en torno al tema "difusión vs enseñanza"), lo cierto es que es una problemática real que la difusión no puede ignorar.

## 1.5 Difusión vs enseñanza de la ciencia

En Latinoamérica el nivel promedio de escolaridad de la población en general es muy bajo, son poquísimos los jóvenes que se inscriben en carreras científicas, el analfabetismo se presenta como un problema cada vez más serio y la super-especialización en las diferentes disciplinas científicas ha creado lenguajes particulares que dificultan la comunicación entre los mismos científicos de distintas áreas. Todo esto ha conducido a plantear la cuestión de las relaciones entre la educación y la difusión:

¿Es la difusión un medio de educación informal?

¿Su función es la de apoyar a la educación formal?

¿La difusión debe cubrir las deficiencias de la institución escolar o sus objetivos son independientes de ésta?

¿Se puede hablar de complementar la educación formal en un país donde esta educación es una realidad para muy pocos?

¿Se aprende algo cuando se lee un artículo de difusión científica o cuando se visita un museo?

¿Con los diferentes medios de difusión se pretende que la gente aprenda algo de ciencia o simplemente se acerque a ella disminuyendo la distancia existente entre científicos y no científicos?

Analizaremos a continuación las dos posturas principales en cuanto a la relación entre educación y difusión y expondremos los argumentos con los que se fundamenta cada una de ellas. Algunas de las citas se refieren a museos de ciencia puesto que han sido tomados de las conferencias y mesas redondas del último congreso organizado por la SOMEDICYT (noviembre de 1997) que estuvo dedicado especialmente a museos de ciencia, pero, aunque los museos son sólo un medio particular de difusión, estos argumentos pueden generalizarse al resto de los medios antes expuestos.

**a. La difusión y la educación, aunque están relacionadas, son cosas distintas.** Hay quienes consideran que la difusión no es un medio de enseñanza, ni siquiera un medio de enseñanza no formal. Esta postura considera que, si bien la difusión y la enseñanza están relacionadas por encontrarse dentro del campo de la comunicación científica, se diferencian en lo siguiente.

1. Aprendizaje vs comprensión. "En la divulgación el aprendizaje no es un requisito(...) La enseñanza de la ciencia requiere no sólo que el público entienda, sino que aprenda, lo cual no es un objetivo de la divulgación" (Bonfil, 1992 p.89). Autores como el de la cita anterior sostienen que, mientras la difusión exige comprensión, la enseñanza exige, además, aprendizaje. Considerar que la comprensión y el aprendizaje son procesos diferentes conduce a diferenciar los objetivos que persigue la difusión de los objetivos que persigue la enseñanza. Más adelante analizaremos qué es lo que por aprendizaje se entiende de acuerdo a las citas que aquí presentamos.

2. Objetivos. "En divulgación no existe un contrato educativo(...). El objetivo de la divulgación debe ser que el público se interese para que entienda y pueda aprender si así lo quiere. No hay que confundir, para decirlo como un ejemplo, un museo con una escuela" (Bonfil, 1992 p.90). "La actividad de divulgación no tiene los mismos objetivos que la enseñanza, y por ello no cuenta con los medios más adecuados para conseguirlos. El objetivo central de una educación científica es la formación del personal científico y técnico capacitado para realizar labores de investigación científica y aplicación de los conocimientos que genera(...) Por otro lado, la divulgación de la ciencia es o debe ser una labor eminentemente cultural, que pretende lograr incorporar una parte esencial del cuerpo del conocimiento científico a la cultura general de la mujer o el hombre comunes" (Bonfil, 1995 p.37)

"En la enseñanza de las ciencias, la finalidad de la actividad consiste en que los alumnos aprendan los conceptos de las distintas ciencias y por ello la forma en la que se llega a esos conceptos juega un papel importante(...) La divulgación, en cambio, es una labor de índole más cultural. En ella el mensaje que quiere comunicarse al público puede manejarse de distintas maneras, con mayor flexibilidad y libertad que la enseñanza(...) su finalidad consiste únicamente en brindar al público una oportunidad de convivir con la ciencia. El objetivo de la divulgación no consiste en que el público aprenda el mensaje, sino que el público disfrute la ciencia de la misma manera que puede gozar de una obra de arte o un concierto" (Trigueros, 1995 p.p 33-34)

Si se considera que los objetivos de la enseñanza son diferentes a los de la difusión, la evaluación de los alcances de cada una de estas actividades, también debe ser diferente.

### 3. La evaluación.

"Puesto que la divulgación de la ciencia no pretende que las personas que se acercan a ella aprendan, la evaluación de la divulgación de la ciencia debe hacerse menos en términos del sujeto al que se dirige y más en términos de la calidad del producto mismo" (Trigueros, 1995 p.34).

### 4. La utilidad del conocimiento científico.

"Detrás de la concepción de la divulgación sólo como un apoyo a la enseñanza, como enseñanza no formal, se encuentra una visión utilitarista, que considera que el conocimiento científico es valioso únicamente en tanto se aplica a la creación de tecnología o de más conocimiento científico, sin tomar en cuenta toda la riqueza, utilidad e incluso libertad que una cultura científica general puede aportar a la vida de la mayoría de las personas, se dediquen o no a la ciencia" (Bonfil, 1995 p.38)

**b. La difusión es un modo de enseñanza no formal.** Por otra parte se encuentran quienes sostienen que la difusión es un modo de enseñanza, que es un complemento a la educación formal: "La divulgación de la ciencia cumple o debe cumplir una función eminentemente educativa. Aún más, la divulgación de la ciencia es un canal para enseñar y aprender fuera del aula"(Juan Tonda, 1995 p.88). Los argumentos que fundamentan los que defienden esta posición son los siguientes.

1. Accesibilidad. Las posibilidades de acceso a los medios masivos de comunicación son muy altas, comparadas con el acceso a la escuela.

2. Velocidad del desarrollo científico y tecnológico: Debido al acelerado avance del desarrollo científico y tecnológico es imposible que los programas educativos se mantengan al día. De hecho, los jóvenes que cursan el bachillerato no tienen contacto con la ciencia del siglo XX y, si lo tienen, por lo general sólo reciben una lista de los últimos descubrimientos e inventos sin el menor análisis ni la explicación necesaria para comprenderlos y no sólo memorizarlos para pasar un examen.

3. Deficiencias de la escuela formal.

"La divulgación de la ciencia es una labor educativa y hay mucha necesidad de reforzar la educación en nuestro país" (Luis Estrada, 1991, p.113).

"Un museo (de ciencias) (...) puede ser un lugar idóneo para comprender muchos conceptos que no se han podido entender en la escuela" (Reynoso, 199 p.22).

"La educación formal de la ciencia no deja espacio para poder llegar a entender la capacidad de generalización que posee el conocimiento científico y el razonamiento deductivo como método cotidiano. La educación científica media superior no permite comprobar gran cantidad de fenómenos cotidianos en los que interviene la ciencia y, en algunos casos, proporciona una imagen dogmática de la ciencia. En la educación media superior es escasa la oportunidad de experimentación, lo que contribuye a la creencia de que los resultados de la ciencia son exactos y los errores no tienen cabida. La mayoría de la población mexicana sólo tiene acceso a una educación básica, en la cual los conceptos científicos están en una etapa embrionaria. La población en general no tiene acceso a las herramientas matemáticas y a la experimentación como para acercarse a las ciencias; ni siquiera para responder a sus dudas cotidianas" (Tonda, 1992 p.85).

4. La demanda. La mayor parte de la población que visita los museos de ciencia está constituida por grupos escolares. Los profesores llevan a sus alumnos con el fin de apoyar sus clases. Los museos de ciencia, como medio de difusión, deben responder a esta demanda, lo que implica considerar a éstos como un medio de enseñanza.

Ni los argumentos a favor ni los argumentos en contra de considerar la difusión como un medio de enseñanza están fundamentados de manera clara. En el caso de los que consideran que la difusión no es un medio de enseñanza, parece confundirse el aprendizaje con la memorización, y esta confusión parece sustentar la diferencia considerada entre aprendizaje y comprensión. Es cierto que el sistema escolar ha privilegiado la memoria por encima del entendimiento. Es cierto que "aprender" para un examen significa muchas veces, en la práctica, repetir leyes y datos con el fin de poder acertar a la "respuesta correcta". Pero esta deformación de lo que es el aprendizaje, que lo confunde con la memorización, no significa que estos procesos (memorización y aprendizaje) sean sinónimos. Al contrario, esta concepción de aprendizaje muestra el desconocimiento que existe en torno a los procesos que en él están involucrados. El argumento número dos de esta postura muestra claramente esta confusión entre memorización y aprendizaje: "el objetivo de la divulgación debe ser el que el público se interese para que entienda, y pueda aprender si así lo quiere" (Bonfil, 1992 p.90). En este mismo argumento, que diferencia entre los objetivos de la difusión y los objetivos de la enseñanza, la siguiente cita merece especial atención por la gravedad de sus implicaciones: "en la enseñanza de las ciencias, la finalidad de la actividad consiste en que los alumnos aprendan los conceptos de las distintas ciencias y por ello la forma en la que se llega a esos conceptos juega un papel importante(...) La divulgación, en cambio (subrayado agregado), es una labor de índole más cultural" (Trigueros, 1995 p.33). ¿Quiere decir que la difusión debe dedicarse a exponer hechos y descubrimientos, y a lo mucho conceptos, pero sin dar cuenta de su proceso de construcción? ¿Cómo se pretende entonces que la difusión tenga un carácter más cultural si se convierte a la ciencia que se divulga en un contenido y no en un proceso, en una serie de datos cuyos desarrollos no son

relevantes? La escuela formal rara vez da cuenta del desarrollo de los conceptos y ésta es una de las razones por las cuales la memorización se ha visto privilegiada por encima de la comprensión.

Por otra parte, los argumentos que defienden a la difusión como medio de enseñanza, se dedican a poner en evidencia la situación real de la escuela formal. Con base en sus dificultades plantean la necesidad de que la difusión funcione como complemento. Tampoco en estos argumentos se encuentra una fundamentación clara de las relaciones entre difusión y enseñanza.

Nos encontramos entonces frente a una discusión muy poco fundamentada. Generalmente, cuando se habla de cuestiones psicopedagógicas todos se sienten con derecho a opinar, cuando, precisamente, este tipo de problemas no son cuestión de opinión. "Aprendizaje", "enseñanza", "entendimiento", etc., son términos con un trasfondo teórico importante, y este desarrollo teórico no puede desconocerse cuando se abordan cuestiones que directamente los involucran. Es necesario analizar qué significa aprender, cuáles son los procesos psicológicos involucrados, cual es su relación con la comprensión y cuáles sus diferencias con la mera memorización.

Así, la discusión generada en torno a la difusión vs la enseñanza puede resolverse si se analizan a profundidad sus fundamentos. Dedicaremos buena parte de la sección III de la presente tesis a este análisis anticipando aquí su conclusión: se considere o no a la difusión como un medio de enseñanza no formal, tanto en la educación formal como en la divulgación de la ciencia se pretende que el público comprenda algo.

## 1.6. La ciencia como parte de la cultura

En las citas expuestas en la sección anterior se comenzó a poner de manifiesto la preocupación de la difusión porque la ciencia se considerada como parte de la cultura. "La ciencia tiene y se presenta en un lugar aparte; la tradición científica en México se observa separada de otros ámbitos y escenarios de las demás expresiones culturales" (Guevara, 1995 p.47). Esta preocupación es quizás el reto más imperioso de la difusión de la ciencia.

"Cómo hacer accesible el conocimiento científico a toda la sociedad, en realidad (...) no es más que el cómo agilizar el proceso de socialización del conocimiento para que llegue a formar parte de los mecanismos o herramientas de sobrevivencia de los grupos humanos. (...). La difusión de la ciencia enfrenta no sólo el problema de qué nivel de conocimiento transmite, sino también de cómo agilizar la incorporación del conocimiento al acervo cultural de la sociedad" (Morales y Porras, 1991 p.25).

En palabras de Luis Estrada, el que la ciencia pase a formar parte de la cultura implica: "ser consciente de que la ciencia es una actividad humana poderosa pero limitada; conocer los conceptos básicos y los principios de la ciencia; reconocerse parte de un mundo natural que es diverso, al mismo tiempo que tiene unidad; y aprovechar el conocimiento científico y la experiencia de los científicos para vivir una vida plena y responsable" (Burgos, 1991 p.37).

En este sentido, la difusión no busca, o al menos no exclusivamente, exhibir los adelantos científicos al público no-científico sino también "debe tender a crear una conciencia, a instrumentar una participación que vaya más allá de tener una influencia en este quehacer: que lo cuide, vigile, aliente o frene" (Trueba, 1991 p.38). "Justo en esto radica la importancia de la divulgación de la ciencia, pues su función debe ser (...) crear individuos con capacidad de dirigirla, de adecuarla, de exigirle las soluciones a sus problemas, de imponerle la presencia de los hombres como sus principales usufructuarios, no como sus siervos" (Trueba, 1991 p.39).

Si se quiere que la ciencia se considere parte de la cultura, debe lograrse que la gente ajena a los laboratorios, que no se ocupa directamente de la producción científica, participe en esta actividad, dirigiéndola, adecuándola, exigiéndole soluciones a sus problemas e inquietudes. Así, diversos autores consideran que el objetivo de la divulgación de la ciencia, no es despertar vocaciones, ni es mejorar la opinión pública de la ciencia, sino más bien el que la ciencia pase a formar parte de la cultura, tal y como lo es el arte, el cual es considerado generalmente como única forma de expresión de la cultura:

"De la misma manera que se practica lo que podríamos llamar "divulgación de las artes" por medio de publicaciones, conciertos y exposiciones sin otro objetivo que poner en contacto a la gente con estas manifestaciones culturales, la divulgación científica representa no sólo la manera de dar a conocer al público los avances de la ciencia, sino de comunicarle por qué los científicos disfrutan haciendo ciencia" (Bonfil, 1991 p.92).

Este autor sostiene que, de la misma manera que una exposición de pintura no pretende que todos los asistentes se conviertan en pintores, sino que lleguen a apreciar la belleza de los cuadros y se enriquezcan con los mensajes que el artista transmite, la divulgación de la ciencia debe buscar que aquél que no tiene una formación científica, aprecie esta forma de conocimiento. Este enfoque, considerado por sus propios autores como "el enfoque cultural de la difusión de la ciencia", sostiene que, si el objetivo principal de la difusión es la inserción de la ciencia dentro de la cultura, el despertar vocaciones, mejorar la imagen de ciencia, etc., se convierten en beneficios adicionales y no en fines prioritarios.

Este reto de la difusión de la ciencia, el incluir la ciencia en la cultura de la gente que no se encuentra directamente vinculada con su producción, presenta cada vez más dificultades: en estos tiempos en que la superabundancia de información se presenta "al alcance de todos", en que la "libertad de información" es una

de las características distintivas de nuestra época con respecto a otros momentos históricos, se están creando cada vez más fronteras entre los pocos que tienen cada vez más acceso a esta hiperinformación, y los muchos que cada vez tienen menos acceso a los medios en los cuales esta información se difunde. Si el analfabetismo se reconocía ya como una de estas fronteras, la tecnología de la computación y los medios electrónicos de información han acrecentado este abismo.

La difusión no pretende formar gente de ciencia, no pretende tampoco, o al menos no debería, exhibir descubrimientos e inventos a modo de "datos curiosos", pero sí pretende (¡y vaya pretensión!) suprimir el abismo percibido entre el mundo cotidiano y aquella cosa llamada ciencia. ¿Pero qué es lo que debe difundirse de la ciencia para alcanzar tal pretensión? Analicemos, para dar respuesta a este interrogante, qué es lo que actualmente se difunde.

### **1.7 ¿Qué es lo que se difunde?**

Los prejuicios que nuestra sociedad tiene con respecto a la ciencia, tratados en apartados anteriores, han generado una idea particular de lo que es la ciencia: que ésta ocupa un lugar aparte; que la ciencia no es para todos, sino sólo para quien tiene ciertas habilidades; que la ciencia es un asunto técnico, un conocimiento especializado (lo que conduce, en palabras de Luis Estrada, en el mejor de los casos, a generar una cultura "tolerante" a la existencia de la ciencia); que la ciencia es árida y poco atractiva.

Esta idea general de la ciencia es, si no creada, al menos difundida por la manera en que se divulga la ciencia. Actualmente la difusión de la ciencia tiene un carácter principalmente informativo; en los museos de ciencia se encuentran modelos de

células que miden metro y medio, fotografías de galaxias, toboganes en forma de ADN donde los jóvenes pueden subirse, aparatos mecánicos y computarizados que describen las capas tectónicas... ¿Y que hay de la ciencia como proceso social?; ¿dónde queda el cómo se conoce entre tanto qué y cuánto conocimiento científico existe?; ¿dónde queda la ciencia como proceso en permanente cambio donde los fundamentos epistemológicos, los métodos, los enfoques, se modifican continuamente?; ¿dónde se muestra la conexión de la ciencia con los modos de producción de un país y sus relaciones con el poder?

*La ciencia que se difunde consiste más es una acumulación informativa, en un producto terminado, que en un proceso en permanente cambio, una manera de ver y concebir al mundo. Se exhibe a la ciencia como si ésta fuera un conocimiento ya terminado donde nuestro papel es aprender, no generar.*

"La tarea de divulgar los aspectos informativos de la ciencia es tanta, que estamos dejando de divulgar aspectos culturales e ideológicos de la ciencia, que nuestra comunidad -en realidad toda nuestra sociedad- debe meditar, aunque sea para desechar como meros temores" (Cereijido, 1995 p.58)

Por otra parte, pero muy relacionado con lo anterior, está la manera en que se presenta la información científica en la difusión. En la mayoría de los casos, los textos y demás productos de difusión parecen pretender convencer al público de la verdad de las afirmaciones científicas ofreciéndoles la ciencia como aquel conocimiento confiable, a diferencia de muchas creencias y prejuicios sin fundamento científico. Pero la manera de operar de la ciencia, los fundamentos mismos de las aseveraciones que difunden, no son objeto de difusión. Tal vez, más que convencer a la gente deberíamos hacerla dudar de todo: "Sólo cuando se está preparado para dudar de todo, es posible decidir si una teoría es más probable que otra, porque sólo así se puede comparar la probabilidad relativa de los datos, en lugar de seleccionar los favorables y condenar los restantes" (Chimal, 1991 p.36).

## **1.8 Qué es la difusión de la ciencia y qué debería ser. Conclusiones del capítulo**

La difusión de la ciencia es una disciplina de reciente creación que aún debate problemáticas fundamentales, tal y como lo hemos presentado en la sección 1.4. El panorama no es muy alentador si consideramos que

"Hoy, ante nuestros despavoridos ojos, la humanidad se está polarizando en dos bandos antagónicos. El primero, integrado mayoritariamente por "ejecutivos", desconoce la naturaleza del proceso científico y trata de ponerle un arnés tecnológico a la investigación, para obligarla a generar productos mercables. El segundo bando, generalmente integrado por fundamentalistas religiosos, agrava su ignorancia cerrando empecinadamente sus ojos antes un panorama científico que no entiende pero así y todo rechaza" (Cereijido, 1995 p.60).

Ante esta realidad, la difusión de la ciencia debería ser la encargada de acercar la ciencia a quienes no se encuentran directamente vinculados con su producción. Para ello debería modificar la idea misma que se tiene de ciencia y comenzar a divulgar, no sólo contenidos, descubrimientos y aplicaciones tecnológicas, sino métodos, circunstancias sociales e historia de la ciencia sería necesario:

**1. Tomar como base argumentos, no conceptos.** "No basta con decir que Darwin creó la idea de selección natural: es necesario mostrar los argumentos en los que apoyó y dio sentido a una teoría. Una teoría científica no es un conjunto de conceptos, sino un conjunto de argumentos" (Trueba, 1991 p.40).

**2. Debería incluir la evolución de los conceptos.** "Es curioso que jamás divulguemos la historia y evolución de conceptos. Por ejemplo, los de Naturaleza, Vida, Derecho, Familia, Sexo, Locura, Imperio, son hilos fundamentales que enhebran toda la cultura, pero nuestros estudiantes siguen dando por sentado que son inmutables,

que los persas, los romanos y nosotros tenemos esencialmente las mismas. Pareciera como si sólo las "cosas" tuvieran historia, y en cambio los conceptos no fueron productos del progreso humano" (Cerejido, 1995 p.58)

**3. Hablar de problemas, no sólo de triunfos.**

**4. Proporcionar una idea de la ciencia como un proceso de continuas reestructuraciones,** no como un estado acabado o acumulativo de conocimiento.

**5. Difundir la naturaleza y estructura de la ciencia.** "Es urgente que divulguemos que la ciencia ha demostrado que los locos no están poseídos por el demonio y los ha librado de palizas, baños helados y cadenas; ha mostrado que gran parte de los ancianos padecen demencias, que la alteración de sus conductas no emana de supuestas fornicaciones con diablo alguno, y los ha librado de ser despiadada e infamemente incinerados en una pira; ha encontrado que las mujeres no son seres despreciables, como afirman las Escrituras; ha estudiado la psicogénesis y acabó con la idea de que los niños son provisoriamente imbéciles a quienes, para educarlos, es necesario engañar, asustar con fantasías perversas y someter a castigos corporales (...). Debemos luchar contra el oscurantismo que, entre sus mayores logros, consiguió convencer a la población de que es irrespetuoso analizar el fundamento racional y ético de las grandes religiones actuales" (Cerejido, 1995 p.59).

**6. Proporcionar conocimiento científico a quienes debaten temas candentes de actualidad.** El hecho de que problemas como la violencia, la crueldad con los niños, la tortura, la drogadicción, etc., sean eludidos por los divulgadores y tratados sólo por los medios masivos de comunicación conlleva serias consecuencias: "1) nuestra gente pasa a dar por supuesto que el conocimiento está en

manos de agencias publicitarias; 2) no lo espera de sus investigadores; 3) cree que el papel de las vitaminas, el flúor en las pastas dentales, la lucha contra las parasitosis, no está avalada por el conocimiento científico, sino por tal o cual astro deportivo" (Cerejido, 1995 p.59).

**7. Divulgar la ciencia entre los mismos científicos.** "El "vulgo" para el que divulga la famosísima revista Scientific American, es la misma comunidad científica internacional(...). La situación cambiaría si nos acostumbráramos a poner nuestro tema en el marco del conocimiento general y en el contexto histórico y filosófico, es decir, si logramos que todo investigador sea de cuando en cuando un buen divulgador" (Cerejido, p.p 59-60).

**8. Crear espacios de discusión de los fundamentos de la divulgación científica.** La difusión de la ciencia debería empezar, no sólo a denunciar los problemas a los cuales se enfrenta y discutirlos en congresos anuales donde los fundamentos no parecen importar demasiado y donde la difusión parece estarse formando en torno a meras opiniones. Varios autores han puesto de manifiesto la necesidad de realizar investigación como fundamento de esta naciente profesión. Por ejemplo Josefina Vilar, en un artículo publicado dentro de las memorias del Primer Congreso de Divulgación de la Ciencia, *La ciencia que se divulga*, escribe: "El objetivo de este trabajo consiste en plantear los asuntos de divulgación científica como un objeto de investigación" (Vilar, 1991 p.59). Es necesario, entonces, crear escenarios donde esta investigación se realice, donde comiencen a establecerse los fundamentos de la difusión.

## Capítulo 2: Los museos de ciencia

### 2.1 Un cambio en la noción de museo: los museos de ciencia

Tradicionalmente los museos comenzaron siendo lugares donde se guardaban objetos y colecciones valiosas para su protección y exhibición. Las primeras colecciones museológicas de la cultura occidental, que posteriormente dieron origen a los museos europeos, se formaron durante el Renacimiento. Con la Revolución Industrial se estableció una competencia entre los diferentes países en cuanto al desarrollo tecnológico, dando como consecuencia, entre otras cosas, la organización de grandes exposiciones internacionales dedicadas a la tecnología.

En 1903 se crea el Museo de Munich, en Alemania, que establece, entre sus principales objetivos, la educación del público visitante. Este museo permite, por primera vez, que el público opere los modelos de maquinaria expuestos. Con esto y ofreciendo demostraciones de distintos fenómenos, se pretendía que los asistentes llegaran a comprender mejor los principios científicos y tecnológicos.

En 1937 se crea en Francia el primer museo dedicado por completo a la difusión científica: *Le Palais de la Découverte*.

En la década de los sesenta comienzan a surgir centros de ciencia creados para mejorar la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. En 1960 aparece *Evoluon* en Holanda; en 1967 se funda el *Centro de Ciencias* de Ontario, en Toronto; en 1968 se crea en Estados Unidos, *Exploratorium*, ubicado en la ciudad de San Francisco. Al iniciar la década de los noventa, Estados Unidos cuenta ya con 113 centros de ciencia<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Para información más completa sobre la historia de los museos de ciencia referimos a la tesis de maestría de Alicia Castillo Álvarez

La aparición de los museos de ciencia cambia la concepción misma de museo en los siguientes aspectos:

1. Ciencias sociales y ciencias naturales quedan separadas físicamente en museos distintos.
2. Las ciencias sociales quedan exhibidas en los museos de historia y los museos de ciencia exhiben a las ciencias de la naturaleza en su estado actual de desarrollo. Tanto la historia de las ciencias naturales como el estado actual de las ciencias sociales quedan prácticamente excluidos del espacio museográfico.
3. Los museos dejan de ser lugares donde la gente se limita a observar. En los museos de ciencia lemas como "prohibido no tocar" exigen al visitante una participación activa durante su visita y no la mera contemplación.

## **2.2 Museos de ciencia: un lugar privilegiado para la difusión**

Los museos de ciencia, como medio particular de divulgación científica, además de presentar todas las problemáticas que señalamos con respecto a la difusión en general, poseen una serie de ventajas sobre el resto de los medios de difusión:

1. Son lugares de reunión, que se visitan generalmente en grupo y donde se propicia el aprendizaje colectivo.
2. Los gobiernos ve que los recursos invertidos se plasman en un obra permanente que pueden mostrar y exhibir y, por lo tanto, resulta relativamente más fácil conseguir financiamiento para ellos que para otros medios de divulgación.

---

Science Centres: an evaluation of new methods of communicating science through exhibitions (1988), capítulo primero "The origins of science centres".

3. Se consideran un lugar público donde no existe el prejuicio con el que los medios escritos (como las revistas y las secciones de ciencia de los periódicos de gran tiraje) tienen que enfrentarse. Este prejuicio ("la ciencia sólo es para algunos, yo no lo voy a entender") que confunde "científico" con complicado, es superado por la noción misma de museo: un espacio público donde la responsabilidad del entendimiento queda más a cargo del museo que del visitante.

4. Reciben a un público muy amplio en número de asistentes, rango de edad y formación de los visitantes.

5. Ofrecen la ciencia de manera atractiva. Sobre todo para los visitantes más jóvenes, éstos son lugares de diversión y asisten a ellos con un alto grado de motivación y entusiasmo.

6. Los museos y centros de ciencia ofrecen un espacio "natural" para la investigación de la difusión de la ciencia. Además de ser "laboratorios experimentales" de investigación sobre cuestiones de aprendizaje, permiten una evaluación del alcance de los objetivos de la difusión que en ellos se realiza de manera directa. Esta evaluación no es posible, al menos de manera tan clara y directa, en otros medios de difusión, por ejemplo en los medios escritos donde no se tiene a la población "cautiva".

7. Son lugares de experimentación.

"Las actividades fuera del aula, principalmente a edad temprana, permiten el desarrollo de habilidades para comprender mejor el mundo que nos rodea y, en consecuencia, a la ciencia misma. El museo, como una de esas actividades, es ideal para la asimilación de experiencias informales, para complementar el aprendizaje formal y para estimular la curiosidad utilizando el tiempo libre" (Licea de Arenas, Arévalo y Valles, 1997 p.11).

## 2.3 Los museos de ciencia en México <sup>5</sup>.

En los siguientes cuadros expondremos: 1) la distribución de los museos y centros de ciencia en el mundo; 2) el número de museos de ciencia miembros del AMCCYT (Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología) y la cantidad de visitantes anuales en relación de los museos de otras instituciones y sus visitantes; 3) museos de ciencias miembros del AMCCYT y cuántos visitantes reciben, cada uno de ellos, anualmente.

### 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA EN EL MUNDO

E.U. y Canadá	300	58%
Europa	152	29%
América Latina	24	5%
Asia	23	4%
Australia	13	2%
Africa	12	2%

Doce de estos 24 museos de ciencia de América Latina se encuentran en México.

### 2. NÚMERO DE MUSEOS PERTENECIENTES A DISTINTAS ASOCIACIONES Y CANTIDAD DE VISITANTES ANUALES (1996)

ORGANIZACIÓN	No MUSEOS	VISITANTES ANUALES
AMCCYT	12	3 954 511
INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia)	265	16 551 762
INBA* (Instituto Nacional de Bellas Artes)	14	1 157 007

---

<sup>5</sup> La información fue presentada por la Marinela Servitje en la conferencia plenaria "Los públicos en los museos de ciencias" presentada en el VII Congreso Nacional de la Ciencia y la Tecnología (noviembre 1997, Cd. de Puebla).

\*todos los museos del INBA se encuentran en la Cd. de México pero parte de la obra del Instituto está colocada en museos especializados que manejan las diferentes autoridades de la cultura de los estados.

### 3 MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA MIEMBROS DE LA AMMCCYT

MUSEOS	UBICACIÓN	VISITANTES POR AÑO (1997)
PAPALOTE	D.F.	1 200 000
MUSEO TECNOLÓGICO DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	D.F.	550 000
MUSEO DE HISTORIA NATURAL	D.F.	475 921
PAPALOTE MÓVIL	(ITINERANTE )	358 610
CENTRO CULTURAL ALFA	NUEVO LEÓN	350 000
DESCUBRE	AGUASCALIENTES	300 000
CENTRO DE CIENCIAS DE SINALOA	SINALOA	266 344
EXPLORA	GUANAJUATO	246 447
MUSEO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL EDO. DE VERACRUZ	VERACRUZ	101 917
LA BURBUJA, MUSEO DEL NIÑO	SONORA	87 974
CASA DE LA CIENCIA	ENSENADA, B.C	17 298
UNIVERSUM	D.F.	(no hay datos)

En el congreso anual de divulgación de la ciencia organizado por SOMEDICYT (Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica), se presentaron los siguientes nuevos museos:

- . Museo de Atlixo, Puebla.
- . Rehilete, Pachuca Hidalgo.
- . Museo de la Luz, D.F.

México se encuentra a la vanguardia de Latinoamérica con respecto a museos de ciencia. Países como Brasil, Chile, Argentina, donde la creación de museos de ciencia es más reciente, demandan asesoría de México para la planeación de estos nuevos centros. La responsabilidad entonces es grande porque del análisis y la solución de las problemáticas de los museos de ciencia de la República Mexicana que ya se encuentran operando, depende en buena medida el éxito de los museos en el resto de Latinoamérica.

Las tablas que expusimos al iniciar el presente apartado fueron presentadas por Marinela Servitje en el Séptimo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia que se llevó a cabo en noviembre de 1997 en la ciudad de Puebla. En su conferencia, la Servitje mencionó que el reto de los museos y centros de ciencia en México es elevar este número de visitantes anuales. Si estuviéramos aquí de acuerdo con este "reto" nuestro trabajo se basaría en técnicas de mercado para atraer al gran público o en diferentes técnicas de publicidad para lograr vender más entradas. Nuestra posición es muy diferente y, por ello, el siguiente análisis estará enfocado a qué es lo que los museos actuales están difundiendo, más que a cuántos visitantes reciben.

En la siguiente sección analizaremos tres de estos museos: *Universum*, por ser pionero de los museos de ciencia en México y *Explora y Descubre*, por ser de los más recientes y, por lo tanto, donde se esperaría que problemáticas manifestadas en el primero hayan sido solucionadas<sup>6</sup>.

## 2.4 Análisis de tres de los principales museos de ciencia de la República Mexicana

En la presente sección analizaremos tres de los museos de ciencia más importantes de México: *Universum* de la UNAM, en la ciudad de México; *Descubre*, en Aguascalientes y *Explora*, en León, Guanajuato.

### 1. El problema de las magnitudes

Es prácticamente inevitable encontrar en un museo interactivo de ciencias diversos modelos de la Tierra, la célula, algún sistema u órgano del cuerpo humano, en los cuales el visitante puede introducirse con el fin de conocer su constitución y estructuras. También es inevitable encontrar temas sobre astronomía y sobre biología celular.

El problema es que no existe una preocupación real, o un intento visible, por lograr que el visitante distinga entre los diferentes órdenes de magnitud que los fenómenos expuestos en el museo implican. Fenómenos astronómicos por una parte y fenómenos celulares o moleculares por otra, son expuestos sin que exista una explicación introductoria acerca de los órdenes de magnitud.

*Descubre* inicia su primera sala, dedicada al Universo, con un módulo de preguntas y respuestas que incluyen la siguiente: "¿qué es un año luz? a. una unidad de distancia, b. una unidad de tiempo". En esta misma sala son muchos los módulos (como puede imaginarse fácilmente) que involucran la noción de diversos órdenes de magnitud, pero específicamente dos módulos, titulados precisamente "Unidades astronómicas de medida" y "Distancias en el universo", son los que pretenden dejar clara la cuestión. Las cédulas que acompañan a cada uno de estos módulos y que ofrecen la información teórica al respecto, dicen lo siguiente:

---

<sup>6</sup> En *Universum* realicé mi servicio social durante el primer semestre de 1996. A los museos *Explora* y *Descubre* realicé visitas durante los meses de septiembre y octubre de 1997 como parte del presente trabajo.

"Unidades astronómicas de medida: Las distancias en el espacio son enormes, para medirlas los astrónomos han creado sus propias unidades, una de ellas es el año luz que equivale a la distancia que recorre la luz en un año, esto es en 9 billones y medio de kilómetros. La estrella más cercana al Sol está a 4.3 años luz de distancia".

"Distancias en el Universo: Las distancias en la Tierra son pequeñísimas comparadas con las distancias entre los cuerpos celestes. Para nuestro sistema solar se utiliza la unidad astronómica "UA" que es la distancia de la Tierra al Sol, 150 millones de kilómetros. Sin embargo, ésta es demasiado pequeña para medir las distancias a las demás estrellas y cuerpos celestes del universo, éstas se miden en años luz. Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año y la velocidad de la luz es de 300 000 km/seg. La distancia entre Plutón y el sol es de unos 40 UA, insignificante comparada con la distancia a Andrómeda, la galaxia espiral más cerca, a 2 millones de años luz".

La siguiente sala de *Descubre* está dedicada a Nuestro Planeta y comienza con un módulo titulado "De qué estamos hechos" cuya cédula explicativa dice lo siguiente:

"En la estructura de todos los seres vivos se encuentran los átomos de carbón. Si observamos la composición de los planetas y los animales hasta su nivel más pequeño llegamos hasta los átomos de carbón. Este elemento puede formar compuestos rígidos que dan fuerza a las paredes de las células vegetales, o bien llegan a intervenir en la formación de moléculas que permiten el movimiento de los músculos".

Los ejemplos citados constituyen la única información explícita sobre unidades de medida y ordenes de magnitud; el resto de las cédulas explicativas exige total claridad en estos conceptos. En el museo, la Tierra tiene el mismo tamaño que la célula y pueden identificarse los cloroplastos de diferentes tipos de células en modelos de igual tamaño que los que muestran a Saturno, a un mamífero o a un virus.

El caso de *Explora* y de *Universum* no es muy diferente. En *Universum* una sala que lleva por nombre "Una balsa en el Tiempo" comienza con la explicación de la formación del universo y su evolución hasta la aparición del hombre. Esta explicación, tomada

de Carl Sagan, expone esta evolución en un calendario anual. Los tiempos pasan entonces de ser miles de años a ser semanas o meses. Aunque esta idea puede resultar muy útil para establecer comparaciones entre diferentes períodos, nuevamente, si no se ofrece cierta introducción acerca de los órdenes de magnitud, de las escalas de medida, la confusión con la que el visitante (sobre todo los más pequeños) puede salir de la sala puede ser grave.

## 2. Más allá del contenido

Los museos de ciencia buscan ofrecer cierto contenido de carácter científico pero además, quiéranlo o no, terminan ofreciendo una concepción particular de lo que es la ciencia.

Este hecho ha sido puesto de manifiesto en un texto de Elaine Reynoso (en prensa), donde, al exponer la planeación del museo, se expresa lo siguiente:

"En un extremo estaban los integrantes del equipo que opinaban que lo más importante era mostrar la ciencia como algo divertido y al alcance de todos. En sus propuestas era común observar algún elemento sorpresivo o espectacular. En el otro extremo estaban los que opinaban que la ciencia es un cuerpo de conocimientos construido de una manera rigurosa utilizando el supuesto "método científico" y que un objetivo de la divulgación sería convencer al visitante de esto. Para lograrlo, buscan recrear situaciones en las que el usuario se sienta como un científico y vea la necesidad de proceder de manera sistemática en la búsqueda de respuestas. La imagen de ciencia mostrada en otras propuestas comunicaba que la ciencia es un producto social y en otras un placer intelectual. Algunos miembros del equipo prefirieron mostrar aspectos poco conocidos de la ciencia, como su relación con otras disciplinas y en ocasiones hasta con el arte. Para otros, fue primordial manifestar que la ciencia es útil y presentaron ejemplos de proyectos tendientes a resolver problemas cotidianos, o los que amenazan el futuro de la ciudad, el país o el planeta. Por último, se consideró que el Museo era un magnífico lugar para dar a conocer la ciencia que se hace en México, en particular en la UNAM" (Reynoso, en prensa p.31).

En este mismo texto se señala que al no lograr un consenso entre estos grupos "el resultado fue un abanico de espacios, cada uno con personalidad propia y con objetivos particulares, que reflejan el esfuerzo creativo de todas las personas que

intervinieron en el proyecto" (Reynoso, en prensa p.33). Espacios independientes, creados por diferentes equipos de trabajo que favorecen una idea de ciencia fragmentada donde no hay relación entre las diferentes disciplinas científicas.

En el caso del museo *Descubre* existe un "Manual de Organización"(1997), único documento escrito con el que cuenta el museo, donde se especifica el siguiente objetivo general del museo:

"conocer e impulsar la ciencia y la cultura a través de la educación, utilizando todos los medios didácticos actuales para hacer llegar los diversos descubrimientos, adelantos y desarrollos científicos y culturales del conocimiento humano al pueblo de Aguascalientes para fomentar su recreación e integración y formación cultural"(p.22).

Este objetivo no es para nada claro, no permite además adivinar cuál es la idea general de ciencia que pretende transmitir. Pero ya en el interior del museo uno de los módulos ubicados en la sala de El Universo titulado "La gran explosión" se encuentra acompañado de una cédula explicativa en la cual se menciona: "... se crearon el espacio, el tiempo y la materia...". Esta información implica una concepción epistemológica particular que, al no explicar más a fondo, no permite comprender la importancia de concebir al espacio, al tiempo y a la materia como creaciones (considerando el sentido de creación como creación de la mente, no como "creación natural"), ni comprender a la ciencia como una creación mental, en constante reestructuración. La ciencia pasa entonces a ser una serie de hechos.

Ni *Descubre*, ni *Explora*, ni *Universum*, mencionan siquiera la noción de paradigmas o de concepciones epistemológicas de fundamentación de la ciencia. Se limitan a exhibir un contenido, no una manera de pensar, no el intento del hombre por explicarse su mundo, no la continua reestructuración que estas explicaciones han sufrido a consecuencia de nuevas construcciones teóricas. La ciencia se convierte entonces en una lista de descubrimientos,

inventos, fórmulas y explicaciones "ad-hoc" (o explicaciones particulares) de manera tal que parece sustentar una idea acumulativa simple como si el ser humano, cada vez menos ignorante, hubiera ido explicándose cada vez más cosas.

Al exponer a la ciencia como un estado acabado de conocimiento donde a lo mucho pueden seguir sumándose "descubrimientos" e "inventos", los museos pueden lograr el que ciertos contenidos teóricos queden claros en el visitante, pero éste partirá del museo como si nada tuviera que ver con aquella cosa llamada "ciencia". Si mencionábamos en el capítulo anterior que más que un conocimiento, la difusión debe promover el entusiasmo, el interés y la idea de que la ciencia es una construcción social (en constante reestructuración) donde el ser humano "algo" tendrá que ver, es decir, si se pretende que la ciencia se perciba como parte de la cultura, estos museos interactivos no están logrando este primordial objetivo.

### **3. La división por salas**

Ya sea que se asuma explícitamente en el título de cada una o que se reconozca en las especificaciones del área de conocimiento que abarca, cada sala de los museos está dedicado a una disciplina en particular.

En el caso de *Universum*, museo aquí analizado que cuenta con un mayor número de salas, esta división se encuentra explícita en un texto ...: "Cada sala corresponde a un área específica de la ciencia" (Reynoso, en prensa p.29). La cita que hemos expuesto en el apartado anterior muestra que con la "personalidad propia" de cada sala se lograron espacios independientes, sin ninguna relación entre ellos. En efecto, el propio nombre de las 12 salas con las que cuenta el museo refleja esta división: "Estructura de la materia", "Matemáticas", "Energía", "Biodiversidad", "Química", "Biología humana", "Ecología", "El Universo", "Nuestra ciudad", "Infraestructura de una nación", "Cosechando el Sol" (dedicada al

proceso de fotosíntesis), "Una Balsa en el Tiempo" (dedicada a la evolución del hombre).

*Descubre*, por su parte, cuenta con 4 salas: "EL Universo" (área de conocimiento: astronomía), "Nuestro Planeta" (área de conocimiento: física y biología), "Nuestro Ambiente" (área de conocimiento: ciencias naturales) y "Nuestro desarrollo" (área de conocimiento: ciencias sociales). Estas áreas de conocimiento que cada sala abarca están especificadas en el folleto entregado al visitante a su ingreso al museo. Cada sala se encuentra conectada con la siguiente por medio de túneles que pretenden relacionar los temas de las diferentes salas: "Origen de la vida" (entre El Universo y Nuestro Planeta) y "Evolución del hombre" (entre Nuestro Planeta y Nuestro Ambiente).

*Explora*, por su parte, cuenta, al igual que *Descubre*, con 4 salas: "Movimiento", "El Agua", "Comunicación-espacio y vida", "El Hombre". La Sala "Movimiento" está dedicada, como lo muestra la reseña presentada en el folleto del museo, a exponer los principales fenómenos y leyes de varias ramas de la física y las matemáticas. La Sala de "Comunicación-espacio y vida" se ocupa de la electrónica, la telecomunicación, la computación, la conquista del espacio y la naturaleza de los ecosistemas de la Tierra. La Sala "El Hombre" pretende mostrar "cómo las células forman tejidos, que se organizan en órganos y cómo estos forman sistemas para que funcione la maravilla que es nuestro cuerpo". La Sala "El agua" muestra las "propiedades y usos del líquido que sustenta la vida del planeta". Biología, Física, Matemáticas, y Tecnología, son las disciplinas tratadas en cada sala.

Esta división por salas, además de excluir casi por completo a las ciencias sociales, crea fronteras entre las mismas disciplinas que se ocupan de fenómenos naturales. El contenido referente a las ciencias sociales que se incluye en estos museos, además de ser mínimo, es exhibido en salas o secciones de salas bien delimitadas. Como veremos a continuación, en los pocos espacios dedicados a las ciencias sociales, éstas se presentan de forma superficial,

simplificada, físicamente separadas del resto de las disciplinas científicas y, algunas veces, de manera distorsionada.

#### **4. Las ciencias sociales en los museos interactivos**

La cédula que da inicio a la sala de Nuestro Desarrollo del museo *Descubre*, dedicada al área de ciencias sociales, dice lo siguiente:

"Introducción a la sala: En esta sala se presenta al hombre como la suma de sus características biológicas y sociales, así el visitante entenderá cómo a partir de la interacción de éstas el hombre ha sido capaz de concebir ideas y establecer procesos creativos. La sala está formada por tres secciones o bloques de información.

- . características biológicas: particularidades de su cuerpo que lo hacen una especie muy singular en el reino animal.
  - . características sociales: únicas y exclusivas que le han permitido tener un desarrollo constante así como un control relativo sobre la naturaleza y establecer relaciones sociales con sus semejantes.
- A partir de la conjugación de sus características biológicas y sociales los hombres han sido capaces de crear, inventar y descubrir".

La sala se divide entonces en las siguientes partes:

1. Características físicas. - donde se exponen los módulos de "Los parientes fósiles", "Nuestros parientes más cercanos", "Los sentidos" e "Imaginería, creatividad e ingenio". Este último módulo explica lo siguiente:

"El ser humano posee una característica sobre cualquier otro ser vivo, su inteligencia e ingenio. Esta es una colección de capacidades únicas que le permiten aprender información y ajustarse al medio. El hombre con su ingenio busca estrategias para resolver problemas y con su creatividad muestra originalidad e imaginación en formas nuevas de pensar y hacer las cosas".

2. Características sociales. - que comienza con una cédula con la siguiente información:

"En esta sala se presentan algunas características sociales del humano que lo distinguen como una especie diferente y única en el reino animal. Se abordarán procesos de socialización como la organización, la familia, las reglas de convivencia y las diversas formas de comunicación que el hombre utiliza. La capacidad de asociarse no es exclusiva del ser humano, sin embargo es la única especie que lo hace conscientemente a través de los procesos de socialización. Durante estos procesos el hombre aprende,

transforma y transmite conocimientos que le permiten su desarrollo. Estas relaciones asociativas se encuentran en constante transformación".

La sala contiene los siguientes módulos: "Memoria histórica del hombre", "El arte como medio de comunicación", "Lenguaje escrito", "Lenguaje mímico", "La familia y la comunidad" y "La división del trabajo". Este último módulo está apoyado por la siguiente información:

"En primer término el trabajo es una relación entre el hombre y la naturaleza que representa el dominio que el ser humano tiene sobre su entorno. El trabajo como acción consciente es un proceso aprendido y compartido a través de la socialización en la que se incorporan habilidades físicas y mentales. Los grupos sociales establecen por conformidad o conveniencia una repartición de las tareas que desempeñan para garantizar la subsistencia y crecimiento como grupo. A esto se le denomina división del trabajo".

En esta sección se habla de temas referentes a las disciplinas sociales pero no se explica nada sobre ellas. En el caso de los módulos sobre los sentidos la información ofrecida es la siguiente.

"La inteligencia es la más sobresaliente característica del ser humano. Esta es la habilidad de pensar, entender, memorizar, plantear y solucionar problemas, aprender del pasado y planear el futuro. A través de ella el hombre puede adaptarse, controlar y manipular el medio ambiente en que vive. Estas características del ser humano intervienen en todo lo que percibe y a su vez determinan su conducta y sus habilidades. En esta sección conocerás tus reacciones a diferentes estímulos experimentando y retándote a ti mismo. Te darás cuenta de cómo el cerebro puede engañarnos cuando variamos su forma habitual de percepción y lo difícil que nos es tener reacciones diferentes a las que acostumbramos".

¿Y qué de las diferentes teorías sobre lo que es la inteligencia?; ¿y qué de la explicación de por qué y cómo "el cerebro puede engañarnos"?; ¿no se están reduciendo los problemas psicológicos a las ciencias naturales (específicamente a la biología) si se afirma que, a fin de cuentas, todo es cuestión de percepciones sensoriales y procesamiento de información por parte del cerebro? Nuevamente podemos darnos cuenta de que las ciencias sociales son abordadas superficial y confusamente, mucho más si,

como describiremos a continuación, se incluye a las artes como parte de ellas.

3. Descubrimientos e inventos. - La cédula que introduce a esta sección dice lo siguiente:

"El espíritu curioso y creativo del hombre le ha permitido realizar inventos de suma importancia para el bienestar de la humanidad. La conquista del fuego, el descubrimiento de los metales, el invento de la rueda, son tan importantes como la conquista del espacio, el descubrimiento del petróleo, de la energía nuclear o el invento del automóvil, el satélite, las computadoras".

Luego de esta cédula informativa se expone otra titulada "Obras del Hombre" y que dice lo siguiente:

"Hace aproximadamente 35 000 años que el homo sapiens apareció en la Tierra. Hacer el recuento de todo lo que ha explorado, descubierto, creado, construido y explotado sería interminable. Basta remontarnos al descubrimiento del fuego y de los metales o al invento de la rueda para darnos cuenta de la infinidad de aplicaciones que han tenido estos hallazgos y creaciones del hombre a lo largo de la historia. De ellos y de otros muchos iguales de remotos se han derivado todas las ciencias, humanidades y artes plásticas hasta llegar a las ciencias y tecnologías modernas que rigen nuestro mundo. Aquí sólo señalaremos algunos ejemplos de la vasta obra del hombre".

Esta sala esta constituida por los módulos de "Televisión", "Electricidad", "La imprenta", "La rueda" y "La brújula". ¿Dónde está lo social que intentaba abordar esta sala? ¿no son estos temas de ciencias naturales y tecnología más que de ciencias sociales?

Si retomamos la idea de ciencia que los museos ofrecen y que tratamos en la sección 2, "Más allá del contenido", podemos observar en este ejemplo que la ciencia se muestra como una acumulación de descubrimientos e inventos, es decir, producto de la imaginación de grandes genios. Nuevamente el visitante funge como espectador de aquella cosa llamada "ciencia" con la que él poco o nada tiene que ver, y aquella cosa llamada "ciencia" llega a parecerse más a un estado terminado de conocimiento originado por "descubrimientos remotos" donde las revoluciones científicas, las ideas que reinaron en la ciencia durante siglos y que dieron lugar

a concepciones de la vida y del mundo radicalmente distintas a las que ahora tenemos, no tienen ninguna relevancia.

4. El Hombre y el arte. - los módulos agrupados bajo este título siguen siendo parte de la sección de características sociales y su introducción es la siguiente.

"Al poner en juego nuestras facultades estéticas e intelectuales, los hombres somos capaces de expresar sentimientos, emociones e ideas a través de actividades artísticas. A partir de ellas podemos trascender mediante las formas cotidianas de comunicación. Así el arte debe entenderse como una actividad creativa del hombre y como un medio de comunicación social. A lo largo de la historia de la humanidad, desde las pinturas rupestres de las cuevas hasta nuestros días se encuentran manifestaciones artísticas de las obras del hombre que van más allá de la mera satisfacción de sus necesidades físicas, materiales y espirituales".

Bajo este título se encuentran los módulos de "Arma tu pintura", "Estilos de música", "Instrumentos musicales", "Literatura", "Arma tu escultura", "Inicio del cine" e "Ingeniería civil y arquitectura".

El siguiente fragmento es parte del contenido de la cédula de uno de éstos módulos:

"Estilos de música: ... la música es el resultado del desarrollo consciente del sonido por el hombre, llegando a convertirlo en una ciencia, en un arte".

No es necesario realizar un análisis de contenido para darse cuenta de que la ciencia, específicamente ciencia social, es tratada como sinónimo de arte.

Los ejemplos anteriores expuestos en el análisis de la sala de "Nuestro Desarrollo" nos permiten realizar las siguientes observaciones:

1. La sala tiene la intención de incluir a las disciplinas sociales dentro de un museo de ciencias, pero evidentemente esta intención no es lograda en la práctica. La sala no es sobre ciencias sociales.
2. Los sentidos y "el procesamiento de información que realiza el cerebro", la familia y su función socializadora, la división del

trabajo explicada como resultado del "acuerdo o conveniencia de un grupo social para su desarrollo y subsistencia" y el arte, no son los temas más apropiados (o en su caso no es ésta la mejor manera de exponerlos) si se quiere introducir a las ciencias sociales como contenido de los museos de ciencias.

3. En los ejemplos que hemos citado donde se muestra información correcta, la manera de presentarla expone a los procesos de tipo social de manera superficial. Más que ofrecer al público la explicación de los fenómenos sociales (como la división del trabajo o la producción científica como resultado de la acción social) se ofrecen una serie de datos acompañados de divertidos módulos interactivos.

4. También se puede observar, en los ejemplos aquí citados, el caso de información errónea como el de considerar a la música como ciencia (si bien puede estudiarse la música de manera científica, la producción musical no es en sí una producción científica) o, en el caso de los sentidos, el considerar que el "cerebro puede engañarnos cuando variamos su forma habitual de percepción" (como si el cerebro y nosotros fuéramos independientes, como si el cerebro como ser con identidad propia tuviera la capacidad de mentir).

5. Los módulos agrupados bajo el título de "El hombre y el arte" son sumamente ingeniosos y didácticos, pero el incluirlos en una sala destinada a las ciencias sociales, sin dar la menor justificación ni explicación al respecto, sólo favorece una confusión en cuanto a qué es la ciencia y sobre todo qué son las ciencias sociales.

Pasemos ahora a analizar el caso de la sala "Una balsa en el tiempo" de *Universum*.

Esta sala pretende exponer, como tema central, la violencia. Se inicia con un calendario anual que abarca, a escala, el tiempo transcurrido entre la creación del universo y la aparición del hombre pasando por la formación de la Tierra, la primera célula, etc. La sala tiene mucha información visual y pocos módulos

interactivos. Los anfitriones cuentan que, a no ser que la visita sea guiada por ellos, el público, sobre todo el más joven, no se detiene hasta llegar a una pantalla donde se presentan videos sobre evolución del hombre, el origen de la división del trabajo, desarrollos exclusivos del hombre como la actividad deportiva, etc. ... Pero los niños buscan palancas y diversión. Pocos son los que se sientan a apreciar este material.

La mayor parte de los anfitriones son biólogos. La explicación que ofrecen termina reduciendo la posibilidad de hablar de ciencias sociales a aspectos meramente biológicos.

Al final de la sala se encuentra una carpa donde se proyectan imágenes de violencia. Los anfitriones, al tener ahí el público cautivo, le preguntan, antes de dar inicio a la proyección, acerca del tema de la sala. Pocos son los que logran ofrecer siquiera alguna respuesta, la mayoría responde que "de animales", "del hombre". Las escenas de la proyección son fuertes, y al finalizar los anfitriones discuten con el público sobre la agresión y la violencia. Como enfatizaremos en el siguiente punto, los anfitriones no cuentan con una formación que les permita sacar el mayor provecho de tan importante equipamiento ni generar realmente una discusión con el público.

Esta sala de *Universum* esta artísticamente muy bien lograda; de no ser por las proyecciones, la sala se parecería más a una sala de biología con menos científicismos y más énfasis en la estética que una sala de ciencias sociales. Pero es un excelente comienzo. Esta sala debería ser objeto de profunda investigación.

En conclusión, **las ciencias sociales se mencionan, no se explican**. Los contenidos de tipo social son exhibidos más como contexto que como contenido científico en sí. Los museos de ciencia, al menos los aquí analizados, y pese a las intenciones de algunos de ellos (o de algunas de sus salas) no incluyen a las ciencias sociales dentro de los contenidos que abordan, al menos no como ciencias. Son museos de ciencias...de ciencias naturales. Hay

otro problema más profundo para lo que en esta tesis nos ocupa, que expondremos en la parte II de este mismo trabajo: una cosa es estudiar a la sociedad y los procesos sociales científicamente y mostrar su importancia, y otra cosa muy diferente es mostrar de qué manera la concepción del mundo que ha tenido la sociedad en un lugar y un momento de la historia ha influido en la manera de hacer ciencia.

## 5. Apoyos

Al ingresar a los museos *Descubre* y *Explora* se ofrecen folletos con un mapa de ubicación de las diferentes salas y una breve explicación de éstas.

En el folleto de *Descubre* se ofrece la siguiente explicación de la sala de "Nuestro Desarrollo".

"Al visitar esta sala podrás conocer lo útiles que son nuestros sentidos, y cómo el hombre puede crear y transformar su entorno social, hacerlo más bello y funcional, a través del arte, la ciencia y la tecnología. Área de conocimiento: ciencias sociales".

Basta revisar los ejemplos que hemos expuesto sobre el contenido de esta sala para advertir que, en primer lugar, visitando la sala no queda en nada claro cómo es que el hombre crea y transforma su entorno social. En todo caso sólo queda claro que lo hace porque se exhiben algunos ejemplos de ello. Sin embargo la inclusión del arte como contenido del área de conocimiento de ciencias sociales en nada contribuye a aclarar qué es la ciencia y como se desarrolla... ni tampoco qué es el arte y cómo se desarrolla.

Tanto *Universum* como *Descubre* y *Explora* cuentan con el apoyo de computadoras equipadas con multimedios. Todos estos programas consisten en preguntas con opciones de respuesta, disfrazadas de historias o aventuras y llenas de ilustraciones.

*Descubre* y *Explora* cuentan además con Internet y realidad virtual. Dos apoyos tecnológicos que podrían utilizarse para favorecer el entendimiento de fenómenos o procesos complicados de

explicar sin mostrarlos gráficamente, pero lamentablemente estos apoyos se utilizan más para fines recreativos que didácticos. En las exhibiciones de realidad virtual se puede jugar a ser portero o a pilotear un auto de fórmula uno y, aunque esto puede justificarse tratándose de museos tecnológicos, en cuanto al contenido científico no ofrecen ningún apoyo. Estos dos museos cuentan además con domo Imax, pantallas gigantes en las que se proyectan películas acerca de la vida en el mar, la selva, etc. En los dos museos estas salas están consideradas como correspondientes al área de tecnología pero no está de más recalcar el valor didáctico que ofrecerían para la difusión de la ciencia.

*Universum*, además de exhibir multimedios como parte de sus equipamientos, cuenta con un importante departamento donde éstos se producen. Estos medios computarizados son un apoyo importante para las salas pero, como se señaló en el VII Congreso de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, estos multimedios han sido construidos específicamente para complementar la información de la sala. Es importante señalar que, por ello, no pueden colocarse automáticamente dentro de otro contexto (por ejemplo otra sala u otro museo).

El apoyo más importante con el que los museos de ciencia cuentan son los anfitriones (*Universum*) o guías (*Descubre y Explora*). Estos anfitriones (denominaremos así también a los guías) ofrecen visitas guiadas, proporcionan explicaciones a modo de introducción al principio de cada sala, resuelven dudas del público, supervisan el buen funcionamiento de la sala y asesoran en la operación de los módulos interactivos. A todos ellos se les exige una formación universitaria (al menos estar cursando los últimos semestres de alguna licenciatura) y se les ofrecen cursos de capacitación a su ingreso. No es extraño encontrar a un anfitrión, en cualquiera de los tres museos, angustiado por las preguntas de los visitantes más pequeños (primaria o primeros años

de secundaria). En general los anfitriones establecen cierto discurso que recitan a los visitantes omitiendo o ampliándolo según el nivel de conocimiento que infieren de su público. Cuando los visitantes son muy jóvenes tienden a caricaturizar los fenómenos o a sobresimplificarlos llegando incluso a distorsionarlos. Esto más que ser una crítica a la labor del anfitrión es una crítica a quienes deberían formarlos. Si se deposita tanta responsabilidad en los anfitriones es obligación del museo proporcionarles herramientas con las cuales enfrentar su difícil tarea. No basta con ofrecerles cursos acerca del contenido de las salas que se les asignen, no basta con que ellos dominen el área de conocimiento que esa área abarque, es necesario que se ofrezcan a los guías cursos de difusión científica y que se les explicite la idea de ciencia que subyace a los contenidos expuestos en el museo.

Otro apoyo importante en todos los museos analizados son los talleres. Explora cuenta con tres talleres permanentes: "Explorando el cuerpo humano", "Estructura" y el taller de óptica titulado "¿Qué onda con la luz?". Existe un material impreso en el que se basan estos talleres donde se especifica la edad de la población a la que van dirigidos, la duración, el horario, los temas y la bibliografía en la que se apoyan. No profundizaremos en el análisis de cada uno de estos talleres. Dado el tema que nos ocupará en la siguiente sección, basta decir aquí que ninguno aborda cuestiones sociales; los talleres son clases de laboratorio, apoyadas con divertidos ejemplos y experimentos... y son sólo de ciencias naturales.

## **6. La aproximación científica a los fenómenos que el museo exhibe**

Para desarrollar este punto analizaremos el caso concreto de "El laberinto", parte de la sección de Aventura Interior dedicada al cuerpo humano y que, a su vez, forma parte de la sala de Biología Humana y Salud del museo *Universum*.

"El laberinto" comienza en una entrada cuadrada justo frente a la cual, a unos 70 cm, se encuentra la primera de muchas texturas que simulan las diferentes partes del sistema digestivo. Todo lo referente a la masticación y formación del bolo alimenticio debe ser explicado por los anfitriones antes de que el visitante ingrese a la sala. Esta primera textura simula la del esófago. Continúa un pasillo cubierto de silicón de un lado (simulando la textura del esófago y que el visitante puede tocar). En el pasillo hay modelos transparentes del cuerpo humano donde se muestra la localización de los diferentes órganos; también hay un esquema que pretende explicar la transformación que realiza el aparato digestivo en nutrientes (modelo que, dicho sea de paso, nadie comprende sin la explicación de los anfitriones). El recorrido se abre en dos caminos: uno, el de una sala que simula la epiglotis, donde se exhibe un video sobre la maniobra de Hemlich y se encuentra un maniquí con el que se puede practicar esta maniobra; otro, el del estómago que también tiene texturas en las paredes y un pequeño modelo de este órgano. Al final de la sala del estómago se puede ingresar a una pequeñísima sala donde se exhibe uno de los únicos módulos interactivos de toda la sección de Aventura Interior. Apretando los botones en el orden correcto se reproduce el recorrido del alimento en el interior del cuerpo y que se va iluminando cada órgano implicado. Después se encuentra el intestino delgado representado en un espacio de dos metros cuadrados aproximadamente, donde se encuentra otra franja de textura y un módulo donde se puede introducir la mano y que simula la absorción que caracteriza a este órgano. La sala se convierte en este punto en un espacio abierto dividido por un cristal donde, de un lado, hay un gran hígado (confundido por muchos de los visitantes con el corazón), un páncreas y una vesícula, y del otro la textura del intestino grueso, un modelo de intestino desenrollado (presentado a escala, con lo que el tema de los órdenes de magnitud vuelve a ser crucial) y una pared con un modelo de venas y arterias.

La disposición de la sala no permite que el visitante se forme una idea ni de la anatomía ni del funcionamiento del aparato

digestivo. Particularmente el cómo se muestran ciertas cuestiones (como la relación de las venas y arterias con el proceso de digestión) favorece más a su confusión que a su comprensión. La sala parece por momentos simular el interior del aparato digestivo, como si el visitante se encontrara dentro de él, y de pronto muestra modelos de órganos contradiciendo el supuesto "viaje por el interior del aparato digestivo" que antes sugiere.

En el ejemplo que hemos descrito anteriormente, ¿dónde está la manera científica de aproximarse al proceso que se exhibe?, ¿dónde está la interacción del sujeto con el objeto de conocimiento? En este espacio del museo, la manipulación es escasa, la interacción inexistente y el recorrido que sugiere es meramente contemplativo. Un museo de ciencias (sobre todo si se hace llamar interactivo) no solo debería exhibir contenido científico sino, además, permitir y fomentar una manera científica de aproximarse a los fenómenos.

Ante esta crítica que presenté a *Universum* al finalizar el servicio social en este museo, desarrollé la propuesta que se expone a continuación, a fin de aclarar a qué nos referimos cuando proponemos favorecer una manera científica de acercarse a los fenómenos exhibidos.

La propuesta consiste en un cubo construido con vidrios de cámara de Gesell (sólo se ve a través de ellos si del otro lado hay una mayor iluminación que en el lado donde se encuentra el observador), que contiene un modelo del sistema digestivo y que, si la luz interior está apagada, sólo se alcanzan a ver dos orificios: la boca y el ano. Al visitante se le puede pedir que con plumones dibuje lo que se imagina que hay entre esos dos orificios visibles (la disposición cúbica del módulo permite que cuatro visitantes puedan "operarlo" a la vez). Una vez que han terminado, se enciende la luz interior por lo que los dibujos quedan contrastados directamente con el modelo. El niño (estamos pensando en los visitantes más jóvenes) está generando hipótesis, está contrastando sus hipótesis con la realidad y esto es a lo que nos referimos con permitir y fomentar una manera científica de aproximarse a los problemas.

En el museo *Explora* se encuentra un módulo con dos siluetas idénticas del cuerpo humano. Uno tiene órganos y huesos "en su lugar" y el otro en desorden. El visitante debe colocar en orden los órganos y huesos del modelo desordenado. No es necesario especificar las diferencias de este módulo con el que antes hemos propuesto; en éste el visitante se limita a copiar un modelo de referencia.

## **7. La idea de interacción**

Este apartado tiene una importancia fundamental en el desarrollo del presente trabajo por dos cuestiones principalmente:

1. La propuesta de incluir a las ciencias sociales en un museo interactivo plantea, de inicio, la dificultad de crear módulos interactivos que aborden este tipo de contenidos. Las ciencias naturales son naturalmente (valga la redundancia) concebidas como ciencias de laboratorio susceptibles de experimentación, mientras que las ciencias sociales han enfrentado a lo largo de su desarrollo la dificultad de cómo comprobar experimentalmente sus teorías.

2. La idea de museo interactivo implica concebir al aprendizaje no como un proceso pasivo en el cual alguien enseña y otro recibe. La revolución constructivista, de la que hablaremos en la siguiente sección, cambia radicalmente esta noción concibiendo al proceso de aprendizaje como un proceso en el que el que aprende tiene un papel activo, fundamental en la construcción del conocimiento. El papel activo del sujeto cognoscente ha sido frecuentemente mal entendido, se confunde la acción cognoscitiva con la acción motriz y, en este sentido, se confunde la interacción del sujeto con su objeto de conocimiento con la interacción que se lleva a cabo al manipular materialmente un objeto.

En la mayoría de los módulos de los museos interactivos la pretendida interacción consiste en apretar un botón y observar cierto efecto. Esto no es muy diferente a los museos tradicionales donde la información se exhibe a través de vitrinas, a lo mucho es solamente más divertido.

El caso de los equipamientos de multimedia, donde podría argumentarse que sí hay una interacción real, no es muy diferente a la educación pre-programada que Skinner propuso bajo una concepción conductista del aprendizaje, porque si es constructivista la noción de conocimiento que sustenta a los museos interactivos de ciencia, ¿dónde está la construcción de hipótesis, la confrontación de éstas con la realidad, la posibilidad de confrontar las concepciones originales con evidencias que pongan en conflicto esas concepciones?

La parte III de la presente tesis estará dedicada exclusivamente al análisis de la interacción. Concluiremos este apartado con la siguiente aseveración: más que museos interactivos de ciencias, los museos aquí analizados parecen ser museos manipulativos de tecnología.

## **2.5 Dos problemas fundamentales y poco analizados en los museos de ciencia.**

### **Conclusiones del capítulo**

Los museos de ciencia, además de presentar todas las problemáticas de la difusión que analizamos en el primer capítulo, presentan dos problemáticas particulares que no han sido tratadas aún a profundidad en el presente trabajo.

1. Generan una división entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza que, entre otras consecuencias, dificultan el que la ciencia sea percibida como parte de la cultura.

2. Los museos interactivos de ciencia, al no fundamentar la idea de "interacción" en una teoría particular del aprendizaje y al exponer a la ciencia como contenido o como aplicación tecnológica, más que museos interactivos de ciencia están siendo Museos Manipulativos de Tecnología. Este hecho ha sido puesto de manifiesto por varios autores, por ejemplo:

"Algunos de ellos (centros de ciencia), sin embargo, no han sido del todo eficientes en su papel educador. Se les ha criticado fundamentalmente por ser lugares en donde el público utiliza los módulos participativos; es decir, por ser diseñados para que la gente los toque y manipule sólo para jugar, sin llevarse nada a cambio excepto un poco de entretenimiento" (Castillo, 1991 p.67).

"Cualquier visitante atento se percate de que el efecto sensacionalista que tales exhibiciones causan dista mucho de constituir una experiencia de aprendizaje significativo. Los usuarios se han acostumbrado a manipular toda clase de aparatos, y mientras más rápidamente sea percibida la reacción, mejor. Pero la mayoría no se detiene a leer las cédulas informativas, ni mucho menos a reflexionar sobre los principios científicos que tales aparatos están ejemplificando. Simplemente los accionan y se van" (Gaspar y López, 1992 p.62).

## **PARTE II- LA DISTINCIÓN ENTRE CIENCIAS SOCIALES Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

## **Capítulo 3:**

# **Dos posturas opuestas referentes a la distinción entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza**

### **3.1 Introducción**

¿Las ciencias sociales y las ciencias de la naturaleza comparten algo más que la denominación de ciencias? ¿Qué relación existe entre ellas y qué diferencias? ¿Se diferencian en su metodología, en su fundamentación o tan sólo en el tipo de problemáticas que abordan? Si existe una diferencia fundamental, ¿en dónde radica?, y si es sólo una cuestión terminológica, ¿en qué se relacionan como para que tanto disciplinas sociales como naturales se consideren parte de "esa cosa llamada ciencia"? En el contexto escolar, el alumno aprende a muy temprana edad que sus clases de ciencias sociales nada tienen que ver con las de biología o química, que debe asistir a cada una de ellas con explicaciones distintas, con preguntas distintas y no aspirar, ni por casualidad, a encontrar respuestas de física en su clase de historia. ¿Por qué, desde la escuela primaria, las clases se dividen en "ciencias sociales" y "ciencias naturales"? ¿En qué está basada tal distinción? Esta distinción, presente también en los museos de ciencia, se acepta como un hecho: hay ciencias naturales y hay ciencias sociales. La cuestión de la distinción entre estas dos grandes ciencias, distinción que poco se cuestiona la institución escolar, y que los museos han adoptado sin tampoco cuestionarse, tiene una larga historia, llena de polémicas, de diferencias, de interrogantes. No es una cuestión de diferencias de opinión o de análisis superficiales que terminan por concluir que, o bien las llamadas ciencias sociales no son "verdaderas ciencias", o bien son ciencias pero sujetas a condiciones de fundamentación totalmente distintas a las de las ciencias sociales.

Conocimiento científico y acción social es el título del libro de Manuel Gil que, basándose en un análisis de la posición de Max Weber con respecto a la metodología de la ciencia, pone de manifiesto la profundidad de la problemática y la necesidad de abordarla desde una base epistemológica. Este texto será un apoyo fundamental en el presente capítulo, ya que en él Gil pretende, precisamente, refutar la base epistemológica de las posiciones que reivindican un estatuto específico para la fundamentación de las ciencias sociales radicalmente diferente del que opera en el resto de la actividad científica. Este texto será la base sobre la cual analizaremos una de las dos posturas opuestas sobre la problemática de la distinción de las ciencias: la posición de Max Weber. La segunda postura que analizaremos será el *fisicalismo*, posición radical dentro del empirismo lógico, que concluye con la postulación de una ciencia única a la cual son reducibles el resto de las disciplinas científicas.

No pretendemos realizar una revisión bibliográfica (tarea que merecería una tesis dedicada exclusivamente a ella) sobre la problemática de la distinción que aquí nos ocupa, ni ofrecer el desarrollo histórico de las diferentes posturas. Lo que queremos es analizar dos de las más importantes y más extremas posiciones con el fin de, posteriormente, basándonos en la epistemología genética, replantear dicha problemática y fundamentar la posición que se defenderá a partir de entonces: que esta distinción entre disciplinas científicas presente en los museos de ciencia no se justifica, pero no por las razones que el empirismo lógico sostiene.

### 3.2 El empirismo lógico

La crisis que experimenta la ciencia de principios de siglo, con la aparición de la relatividad y la mecánica cuántica (teorías que además de revolucionar la física revolucionaron la ciencia en su totalidad) puso también en crisis las corrientes filosóficas de tipo especulativo (corrientes racionalistas e idealistas) porque ya no logran dar cuenta del desarrollo de la "nueva ciencia" y, en particular, de los nuevos problemas que se plantean las concepciones tradicionales de *espacio, tiempo y causalidad*.

Frente a esta situación de crisis de los fundamentos de la ciencia surge una nueva corriente que retoma y profundiza las posiciones empiristas de la Alemania de fin de siglo y crea la escuela epistemológica que tuvo mayor influencia en la primera mitad del siglo XX: el empirismo lógico.

Aunque el empirismo adquirió diversas formas a lo largo de la historia de la filosofía, podemos considerar que, en general, los supuestos básicos que postula son los siguientes.

1. El conocimiento tiene un origen sensorial, es decir, se basa en datos perceptivos.
2. La ciencia se construye por abstracción y generalización a partir de estos datos obtenidos perceptualmente. Todas las leyes son generalizaciones. Explicar es incorporar un hecho observado a una ley general, y en este sentido, explicar es generalizar.
3. Las proposiciones de una ciencia (que constituyen su contenido) son reducibles a proposiciones sobre observables. Dicho de otra manera, para la ciencia sólo tienen sentido las proposiciones que puedan ser puestas en correspondencia con los elementos básicos inmediatamente percibibles de la experiencia.
4. Analizar epistemológicamente un concepto, concebido como objeto de una determinada ciencia, ya sea natural o cultural, consiste en establecer cómo se puede reducir éste a otros conceptos que expresan propiedades directamente verificables por la experiencia.

Esta reducción del conocimiento conduce a revelar los componentes empíricos de origen del conocimiento en cuestión. En esta reducción, el empirismo lógico, y de ahí el nombre, se vale de la lógica como lenguaje preciso y universal. El análisis lógico del lenguaje pasa así a constituir el instrumento para el análisis de los conceptos fundamentales de la ciencia.

5. La lógica y la matemática se derivan del lenguaje, son un lenguaje, y no constituyen ciencias en sí.

El análisis epistemológico del empirismo lógico, que es un análisis lógico del lenguaje de las ciencias, da origen a la teoría fisicalista que aquí nos concierne. Por ello consideramos de suma importancia, antes de analizar propiamente la posición que esta corriente asume en cuanto a la división entre disciplinas científicas, abordar con más detalle este método de análisis.

### **3.3 El análisis lógico del lenguaje de las ciencias**

El análisis de las ciencias que el empirismo lógico propone, y que aquí trataremos basándonos en Carnap, uno de sus principales exponentes, aborda la teoría de la ciencia como el estudio de los resultados científicos y no de la acción de éstos. No pretende analizar el objeto de la ciencia, puesto que eso es tarea de cada disciplina científica. Tampoco pretende estudiar el desarrollo histórico de esta actividad ni fundamentar en qué casos el trabajo científico depende de condiciones individuales del hombre que trabaja en ciencia, o cuándo responden al estatus de la sociedad en la que se encuentra. Tampoco pretende describir los procedimientos y aplicaciones usados en el trabajo científico. Este tipo de análisis de la actividad científica pertenece, para el empirismo lógico, a las disciplinas conocidas como la historia, la psicología y la sociología. El análisis de la ciencia que Carnap se propone es en otro sentido: "Nosotros abordaremos la teoría de la ciencia en

otro sentido si estudiamos no la acción de los científicos sino sus resultados, esto es, la ciencia como un cuerpo de conocimiento ordenado". (Carnap, 1949 p.408).

Como vimos en el apartado anterior al exponer los supuestos básicos del empirismo, esta corriente considera los "resultados" de la ciencia a través de las formas lingüísticas (proposiciones) en las cuales se expresan las conceptualizaciones, las explicaciones y las mismas teorías dentro de cada disciplina. La tarea de la filosofía de la ciencia, en este sentido, es analizar estas proposiciones, estudiar sus relaciones, analizar sus términos como componentes y a las teorías como sistemas ordenados de estas proposiciones. El análisis de las expresiones lingüísticas de la ciencia constituye la lógica de la ciencia.

Al referirnos al análisis del lenguaje es conveniente distinguir entre el análisis formal y el análisis semántico. Si la investigación se restringe a las formas de expresiones lingüísticas involucradas, es decir, a la manera como están constituidas por sus partes elementales (palabras) sin referirse a cualquier cosa fuera del lenguaje, se trata de un análisis formal. Si, por otra parte, la investigación se dirige al estudio de las expresiones lingüísticas en su relación con el objeto designado fuera del lenguaje, se trata de un análisis semántico.

a. El análisis formal (o sintáctico) del lenguaje de la ciencia adquiere la siguiente forma: un cierto término (una palabra) es definido con respecto a cierta teoría basada en otros ciertos términos, o, aunque no pueda ser definible por otros es reducible a ellos (esto será explicado en el siguiente apartado). Cierta proposición es una consecuencia lógica de (o es lógicamente deducible de) ciertas otras proposiciones cuando su deducción a partir de ellas, dada por cierta teoría, es lógicamente correcta. Cierta proposición es incompatible con otras proposiciones cuando su negación es una consecuencia lógica de ellas. Cierta proposición es independiente de otras cuando no es consecuencia lógica de ellas, pero tampoco es incompatible con ellas. Una teoría es

inconsistente cuando alguna de sus proposiciones es incompatible con otras.

b. El análisis semántico del lenguaje de la ciencia adquiere la siguiente forma: cierto término designa cierto objeto particular, o cierta propiedad de cosas, o cierta relación entre cosas, o cierta función física. Dos términos en diferentes ramas de la ciencia (por ejemplo "homo sapiens" en biología y "persona" en economía) designan lo mismo. Aquello que es designado por cierta expresión es llamado *designatum* y dos expresiones que designan lo mismo son llamadas sinónimos.

La tesis que Carnap sostiene con respecto a la unidad de la ciencia se fundamenta principalmente en un análisis formal del lenguaje de sus diversas ramas, en tanto analiza este lenguaje como resultado científico y no se preocupa por su génesis. Sin embargo, como veremos a continuación, el problema de la división entre las ciencias para Carnap es un problema de establecer las diferencias en las condiciones de verificabilidad de las proposiciones de cada disciplina, y por tanto el análisis también es semántico.

Para que una proposición pueda considerarse científica debe tener significado, esto es, deben poder establecerse las condiciones para su verificabilidad. La cuestión, en este nivel de análisis, no es determinar si es verdadera o falsa, sino establecer bajo qué condiciones podríamos caracterizarla como verdadera o bajo qué circunstancias podríamos decir que es falsa.

Tomemos un ejemplo, analizado por Hempel (1949), otro de los máximos exponentes de la escuela que estamos analizando, para poner en claro lo anterior. ¿Cuándo conocemos el significado de la siguiente declaración: "hoy a la una de la tarde, la temperatura en el laboratorio de física fue de 23.3°centígrados"? El significado de esta proposición, es decir sus condiciones de verificabilidad, queda establecido desde que sabemos que es verdadero cuando en un tubo de cierta clase que contiene mercurio (o sea, en un termómetro con un escala centígrada) colocado en el tiempo indicado, en el

lugar en cuestión, exhiba una coincidencia entre el nivel de mercurio y la marca de la escala en el número 23.3. También podemos establecer sus condiciones de verificabilidad si observamos ciertas coincidencias con otro instrumento llamado "termómetro de alcohol" o si un galvanómetro conectado con un termostato muestra cierta desviación cuando el termostato se coloca en el lugar y hora indicados. Todas estas opciones son diferentes enunciados de prueba (*test sentences*) y la proposición inicial no es otra cosa que una formulación abreviada de ellos. De este ejemplo pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. La proposición que especifica la temperatura en un cierto espacio-tiempo puede ser sustituida, sin cambiar el significado, en otra proposición donde la palabra *temperatura* no aparece. Este término funciona, entonces, sólo como una abreviación que hace posible describir un estado de cosas que sería muy complicado describir sin él.

2. Dos proposiciones diferentes en su formulación pueden tener el mismo significado. "Hoy a la una de la tarde, en el laboratorio de física, la temperatura fue de 19.44° réamur", es un ejemplo trivial de una proposición diferente de la original pero con el mismo significado.

Así, para Hempel el significado de la proposición queda establecido por las condiciones de su verificación y dos proposiciones diferentes tienen el mismo significado (o el mismo contenido) cuando, y sólo cuando, son ambas verdaderas o ambas falsas en las mismas condiciones. Si para cierta proposición no pueden indicarse las condiciones en las cuales puede verificarse, es decir, es incapaz de ser confrontada con ciertos enunciados de prueba, se trata entonces de una "pseudoproposición", una secuencia de palabras correctamente construida desde el punto de vista gramatical pero carente de contenido, sin significado. En este caso no puede considerarse que la proposición sea científica.

De acuerdo con esto, el problema de la dicotomía entre las ciencias se reduce a considerar las diferencias entre las circunstancias en las cuales se verifican las proposiciones de las distintas disciplinas científicas.

### 3.4 Reduccionismo

Ha quedado claro que la cuestión de la división de las ciencias no es aquí tratada como un problema ontológico, sino como un problema de lógica de la ciencia. Carnap no se pregunta si el mundo es uno, si los eventos fundamentales son de una clase, o si los llamados procesos físicos son en realidad espirituales. Carnap se plantea una cuestión de lógica, concerniente a la relación lógica de los términos y las leyes de varias ramas de la ciencia. Dentro de este marco de análisis lógico y para poder plantear con claridad la teoría de la unidad de las ciencias sostenida por el empirismo lógico (por reducción de todas ellas a la física) debe quedar claro a qué se refiere el fisicalismo cuando habla de reducción.

Si las condiciones de verificabilidad de cierto término  $w$  pueden establecerse con la ayuda de los términos  $y$ ,  $z$ , etc., llamaremos proposición reducida de la proposición que contiene al término  $w$ , a aquella que contiene los términos  $y$ ,  $z$ , etc.; es decir, la proposición de  $w$  es reducible a la que contiene  $y$ ,  $z$ , etc.

La forma más simple de proposición reducida es la definición. Por ejemplo, si definimos  $ox$  de la siguiente manera " $x$  es un  $ox$  si y sólo si  $x$  es un cuadrúpedo, cornudo, rumiante, etc.", estamos estableciendo las condiciones de aplicación del término  $ox$ , donde el término  $ox$  es reducido y definido por "cuadrúpedo", "cornudo", "rumiante", etc.

Una proposición reducida no siempre puede ser formulada como definición simple; en ciertos casos es una definición condicional ("si..., entonces:... si y sólo si..."). Generalmente el término "proposición reducida" es utilizado para referirse a esta forma condicional. Por ejemplo; la proposición "el cuerpo  $x$  tiene una carga eléctrica en el tiempo  $t$ ", puede ser reducida a la siguiente proposición condicional: "si el cuerpo  $y$  es colocado al lado de  $x$  en  $t$ , entonces  $x$  tiene una carga eléctrica en  $t$  si y sólo si  $y$  es atraída por  $x$  en  $t$ ".

Esta manera general de proceder que nos habilita a descubrir cuándo un cierto término puede o no ser aplicado en casos concretos es llamado el *método de determinación para el término en cuestión*. Si conocemos un método experimental de determinación para el término, podemos formular una proposición reducida para él. A veces conocemos varios métodos de determinación para cierto término, como en el caso de la temperatura que expusimos en el apartado anterior, y entonces encontramos varias posibles proposiciones reducidas para él.

### **3.5 La unidad del lenguaje de la ciencia**

La tesis que Carnap sostiene acerca de la unidad de la ciencia, se fundamenta en la reducción de las proposiciones de las diferentes disciplinas científicas a proposiciones donde sólo intervienen términos físicos.

Carnap define *términos físicos* como aquéllos que necesitamos, en adición con los términos lógico-matemáticos, para la descripción de procesos de naturaleza inorgánica (no importando que se apliquen a estos procesos o a procesos en organismos). El lenguaje físico es aquél que contiene, además de términos lógico-matemáticos, solamente términos físicos. Estos términos físicos se refieren a propiedades observables, es decir pueden ser determinados por

observación directa. El lenguaje físico, entonces, consiste por una parte en "enunciados fácticos", es decir, de propiedades observables y, por otra parte, en "enunciados de disposición", es decir, que expresan la disposición de una cosa para un cierto comportamiento bajo ciertas condiciones. Pero estos enunciados de disposición son reducibles a enunciados fácticos porque podemos describir las condiciones experimentales y las reacciones características de estos enunciados de disposición en términos de enunciados de cosas observables. Por ejemplo, una proposición reducida para el caso de una disposición como "elástico" sería la siguiente: "si el cuerpo  $x$  se estira en un cierto tiempo  $t$ , entonces  $x$  es elástico al tiempo  $t$  si y sólo si  $x$  se contrae en  $t$ ". Los términos "estrecho", "estirado" y "contraerse" también pueden ser definidos por enunciados fácticos.

Así, cada término del lenguaje físico es reducible a un enunciado fáctico y por tanto a un observable. Para cada término del conocimiento físico, hay al menos un método de determinación. "Los físicos no admiten en su lenguaje cualquier término para el cual no puedan establecer un método de determinación por medio de la observación" (Carnap, 1949 p. 416)<sup>1</sup>.

La descripción de un dispositivo experimental que determine al término en cuestión es una proposición reducida para ese término. A veces un término no puede ser reducido directamente a enunciados fácticos, pero sí a otros términos científicos que, ya sea directamente o por medio de nuevos términos, terminará por ser reducible a enunciados fácticos. Así, para cualquier proposición científica, por más larga que sea la cadena de reducciones, finalmente arribaremos a proposiciones observables puesto que de

---

<sup>1</sup> Esta posición extrema del empirismo lógico fue reconsiderada y sufrió varias reformulaciones. El mismo Carnap se vio obligado a considerar los "términos teóricos" que no tienen correspondencia directa con la experiencia pero que juegan un papel fundamental dentro de una teoría cuyas consecuencias sí tienen correspondencia empírica. (Ver su trabajo sobre "El carácter metodológico de los conceptos teóricos" en *The Foundations of science and the concepts of psychology and psychoanalysis*. Carnap, 1956).

otro modo, según este razonamiento, no podríamos establecer las condiciones de verificabilidad para la proposición original en cuestión, la proposición entonces no tendría significado y, por lo tanto, no sería científica.

Si para cualquier proposición científica es posible establecer proposiciones reducidas que, en última instancia, consisten en enunciados factuales, si estos enunciados factuales permiten la determinación de los términos de la proposición en cuestión basándose finalmente en observaciones de una cosa concreta, si estas cosas concretas no pueden ser otra cosa que objetos físicos, entonces cualquier proposición científica puede reducirse al lenguaje físico. Esta afirmación constituye la base fundamental de la posición fisicalista.

### **3.6 Fisicalismo**

Para esta posición (la más radical dentro del empirismo) cualquier proposición científica referente al comportamiento social es reducible, de la misma manera que los ejemplos que hasta ahora hemos analizado, a proposiciones que involucran términos psicológicos. El problema de la distinción entre las ciencias naturales y las ciencias sociales se reduce entonces a establecer las fronteras entre la física y la psicología. Las ciencias sociales son reducibles a la psicología, y la psicología, como mostraremos a continuación, se torna reducible a la física.

La tesis fisicalista puede ser expuesta, de manera resumida, de la siguiente manera: "Todas las proposiciones psicológicas que tienen significado, es decir, que son en principio verificables, son trasladables a proposiciones que no involucran conceptos psicológicos, sino sólo conceptos de la física." (Hempel, 1949 p.378). Bajo este análisis, la distinción entre psicología y física es sólo una cuestión de práctica. Estas disciplinas científicas se

diferencian sólo en aspectos prácticos de investigación y, en realidad, "la psicología es una parte integral de la física" (Hempel, 1949 p.378).

A continuación consideraremos las críticas más comunes que se han emitido contra esta concepción, así como las respuestas que el fisicalismo ha dado en su defensa.

1. **crítica:** la psicología tiene como objeto de estudio no sólo el comportamiento físico como reacción a estímulos del medio. Las proposiciones fisicalistas de cierto proceso psicológico, son incapaces de formular la naturaleza intrínseca de los procesos mentales, ellos sólo describen síntomas físicos a partir de los cuales uno infiere, por medio de métodos puramente psicológicos, la presencia de cierto proceso mental.

**respuesta fisicalista:** el uso de cierto procedimiento psicológico está limitado por la existencia de cierto dato físico observable concerniente al sujeto en cuestión. Tomemos una proposición psicológica que considere un proceso interno: "Juan tiene un complejo de inferioridad". El significado de esta proposición, es decir, su contenido, estaría dado por las circunstancias bajo las cuales la aseveración puede confirmarse o rechazarse. Esta proposición, sea verdadera o falsa, significa sólo que ciertos acontecimientos toman lugar en el cuerpo de Juan bajo ciertas circunstancias. Es decir, para que esta proposición tenga significado, cierto dato físico observable debe constituir la circunstancia bajo la cual la proposición pueda ser verificada.

2. **crítica:** el hombre puede fingir, es capaz de mentir. En el caso, por ejemplo, de un criminal que muestra síntomas físicos de un desorden mental, uno debe justificar si este desorden es real o simulado.

**respuesta fisicalista:** siempre es posible una observación más profunda, por ejemplo, no sólo una observación directa sino de aquellos síntomas que toman lugar en el sistema nervioso central. Los datos de esta observación más profunda vuelven a tener bases

claramente fisicalistas y si, en un caso extremo, se argumentara que el criminal tiene todos los síntomas de una enfermedad mental sin realmente tenerla, sería absurdo caracterizar a este hombre como normal. En este último caso se pondría en evidencia la necesidad de un término que distinguiera a este hombre de otros que exhiban el mismo comportamiento externo, incluso en los últimos detalles, pero que "además realmente lo sea". Caeríamos, en este caso, en una contradicción lógica de principio: "es posible una proposición que sea falsa aún cuando las condiciones necesarias y suficientes para su verdad sean cumplidas".

**3. crítica:** el análisis fisicalista de la psicología pretende reducir ésta al estudio de la conducta observable (o de procesos fisiológicos también observables); existen procesos psicológicos sin manifestaciones físicas y fenómenos mentales detrás de procesos físicos.

**respuesta fisicalista:** la cuestión de que estos constructos psicológicos existan constituye un pseudo problema, su "uso legítimo" consiste sólo en una abreviación de proposiciones fisicalistas. Por medio del análisis lógico de la ciencia se puede demostrar que cualquier pregunta de significado es, en principio, capaz de una respuesta científica y, siendo así, en el caso de los "problemas psicológicos" es imposible expresarlos en proposiciones de hecho. La psicología, en tanto pretenda ser científica, no puede prescindir de proposiciones fisicalistas; decir que en psicología sólo pueden hacerse proposiciones fisicalistas no es una limitación porque es lógicamente imposible que sea de otra manera.

En conclusión, el fisicalismo es una postura reduccionista que sostiene que "la división de las ciencias en diferentes áreas es exclusiva de las diferencias entre procedimientos de investigación e intereses; uno no debe verlo como diferencias en el sujeto de estudio o principios (...) todas son ramas de una ciencia unitaria, física" (Hempel, 1949 p.382).

Así, las proposiciones lógicas (no reducidas a proposiciones fisicalistas) tienen sólo una función lógica, funcionan como abreviaciones de descripciones de ciertos modos de respuesta física característicos del ser humano (o de animales, en su caso), de igual manera que en física se emplean conceptos con esta misma función. Expusimos antes el ejemplo del concepto de temperatura, el cual es reducible a proposiciones que no contienen esta palabra sin cambiar su significado; en este sentido el término "temperatura" funciona sólo como una abreviación y hace posible describir un estado de cosas que se volvería muy complicado sin él. Esto mismo ocurre con todas las proposiciones psicológicas. Y de esta misma manera todas las proposiciones científicas son reducibles a proposiciones donde sólo intervienen términos físicos; en este sentido, todas las ciencias son reducibles a una ciencia única: la física.

### **3.7 Weber**

Max Weber ha sido reconocido como el padre de la sociología, pero su propuesta metodológica para las ciencias socio-históricas ha rebasado las fronteras de esta disciplina para poner a discusión la problemática de la fundamentación de las ciencias sociales.

Para exponer el pensamiento de Weber, Gil ofrece un panorama de la situación, en tiempos de Weber, del debate que aquí nos ocupa.

Por un lado la raíz romántica alemana considera que hacer ciencia de la vida es un contrasentido ya que no es posible establecer leyes en un mundo de libertad y creatividad inagotable (el mundo de la vida humana). Por otro lado, las posturas reduccionistas, como la fisicalista, consideran que la única posibilidad para las ciencias del espíritu, en tanto pretendan ser

ciencia, reside en su conversión en ciencias de la naturaleza humana, de manera que queden subordinadas a las ciencias naturales. Weber, defendiendo la posibilidad de ciencia en los dominios histórico-sociales, se contrapone a las dos corrientes anteriores. Por una parte se opone al historicismo en tanto refuta al fundamento metafísico que éste sostiene para las ciencias histórico-sociales. Weber considera que las disciplinas sociales deben fundamentarse científicamente: se opone a que su fundamento proceda de la filosofía. Pero, por otra parte, también se opone al positivismo reduccionista argumentando que las ciencias sociales deben diferenciarse de aquéllas que tienen por objeto los fenómenos de la naturaleza; los fenómenos sociales no deben considerarse como "naturaleza".

La discusión entre historicistas y positivistas se plantea en términos de un problema ontológico. En efecto, el problema quedó reducido en gran parte a las diferencias entre el "ser" de la naturaleza y el "ser" social. En 1883 aparecen dos textos que mantendrán la discusión en el terreno ontológico: Investigación sobre el método de las ciencias sociales y especialmente de la economía política de Menger e Introducción a las ciencias del espíritu de Dilthey. Estos dos autores defenderán una distinción entre las ciencias de la cultura y las ciencias naturales argumentando que mientras los objetos de las ciencias de la naturaleza remiten a los hechos exteriores a la conciencia, los objetos de las ciencias del espíritu surgen del interior de la conciencia. Las disciplinas que tienen por objeto de estudio fenómenos naturales requieren entonces de explicación, mientras que las disciplinas que abordan fenómenos culturales requieren de comprensión. Esta comprensión de los hechos sociales es posible en la medida en que los comprendemos desde nuestro propio interior, intuitivamente, a diferencia de los hechos de la naturaleza, donde la comprensión no es posible ya que son exteriores y en ese sentido ajenos.

En 1894 Windelband publica "Historia y ciencia natural", texto que replantea la interrogante ontológica formulándola como una cuestión de método. Para este autor existen ciencias que buscan construir un sistema de leyes generales, llamadas ciencias *nomotéticas*, y ciencias que buscan determinar la individualidad de determinado fenómeno, denominadas ciencias *ideográficas*. A partir de allí, considera que la diferencia radica entonces en los procedimientos científicos y no en la naturaleza de los hechos, ya que cualquiera que sea esta naturaleza (fenómenos naturales o fenómenos sociales) lo que distinguirá a unas ciencias de otras será el procedimiento científico que se utilice para abordarlos.

Roscher, siguiendo la línea de Windelband, realiza una clasificación de las ciencias según estas diferencias de método. Por un lado ubica las ciencias de *leyes* que buscan obtener conceptos y leyes de posible validez universal y absoluta obtenidas por abstracción y generalización en el análisis de los fenómenos que son objeto de estudio, dejando de lado los rasgos individuales de cada situación particular. Por otro lado se encuentran las ciencias de la realidad cuyo objetivo es dar cuenta de la individualidad cualitativa de aquellos acontecimientos que no han sido explicados por las leyes. Este segundo grupo de ciencias busca discriminar lo esencial de lo casual en los acontecimientos y llevarlo a la intuición de la conciencia.

Weber retomará de estos autores diferentes cuestiones para fundamentar su postura argumentando, por una parte, que las líneas de distinción entre las ciencias proceden del tipo de elaboración conceptual adecuado a las preguntas particulares de cada una, y señalando, por otra parte, que la acción social, como objeto científico, es "más" calculable ("más" objetiva) que los fenómenos de la naturaleza. Si las preguntas son las que conducen a un modo diferente de buscar satisfacción a la exigencia de explicación

causal, entonces la acción humana es "menos" incalculable que un proceso natural donde no hay búsqueda de motivo. Gil resume estas dos tesis básicas del pensamiento de Weber de la siguiente manera:

"a) las ciencias se distinguen con base en la diversidad de modos de construcción conceptual y, b) la acción social no es "irracional", es "más" calculable que la acción de la naturaleza, puesto que el interés cognitivo que anima su conocimiento conduce a las ciencias socio-históricas más allá de la constatación de la no contradictoriedad de los hechos sociales con respecto al saber nomológico. Los hechos sociales requieren ser interpretados y ésta es una necesidad que deriva del cumplimiento de nuestra necesidad específica de explicación causal" (Gil, 1997 p.42-43).

Así, para Weber las ciencias naturales buscan una explicación causal expresada en leyes que consisten en generalizaciones empíricas que se conforman con la constatación de éstas con los hechos. Por otra parte, las ciencias sociales exigen una interpretación de los hechos que abordan, interpretación que no sólo busca dar cuenta de ciertas regularidades sino también del sentido de las acciones humanas. Las ciencias naturales sólo llegan a representar, por medio de leyes empíricas, los fenómenos naturales concebidos como determinados; la acción humana, que es observable y conducible a regularidades empíricas, al igual que los fenómenos naturales, exige, además, una interpretación de los hechos, interpretación que no es observable pero sí susceptible de tratamiento científico y que consiste en establecer el sentido (motivos) del o de los actores de tal acción.

Weber pretende "mostrar la pertinencia de la actividad científica en el dominio de lo histórico-social (la esfera de "lo interpretable"), pero a condición de aceptar que, precisamente por estar orientadas al tratamiento científico de las acciones humanas, estas ciencias requieren ir más allá del límite que tienen las ciencias de la naturaleza (mismas que trabajan en la esfera de "lo no-interpretable)". (Gil, 1997 p.105)

Weber reivindica el estatus de ciencia para las disciplinas sociales, pero defiende una diferencia entre éstas y las que se ocupan de la naturaleza. Las ciencias sociales son ciencias, sí, pero diferentes a las naturales, su modo de construcción conceptual es diferente, sus teorías de otro tipo, su fundamentación distinta.

Pero Weber ha dado un paso fundamental. Ha concebido el papel de la interpretación en la construcción de teorías de las ciencias sociales. El que las teorías científicas no consisten en meras generalizaciones empíricas es reconocido, en las ciencias de la naturaleza, por los propios científicos de la naturaleza. Weber, en las ciencias sociales, y Einstein en la física pondrán de manifiesto el hecho de que las teorías científicas, ya sea que den cuenta de fenómenos sociales o se ocupen de fenómenos de la naturaleza, no son meras generalizaciones empíricas que se limitan a describir o representar estos fenómenos, son **creaciones** humanas donde la interpretación, la búsqueda de sentido, juega un papel fundamental. No será hasta la postulación de la epistemología genética por Jean Piaget que estas concepciones encuentren una fundamentación clara.

### **3.8 Conclusiones del capítulo**

. Las dos posiciones que hemos desarrollado en este capítulo oscilan entre un reduccionismo radical (como es el fisicalismo) y una dicotomía que pone a las ciencias sociales en un marco completamente diferente al de las ciencias de la naturaleza (como lo considera la posición de Weber).

. El fisicalismo sostiene que no existe una distinción entre ciencias sociales y ciencias naturales, en el sentido que todas las disciplinas científicas son reducibles a la física. En esta reducción las disciplinas sociales se reducen a la psicología, la psicología a la biología, ésta a la química y la química a la física. La reducción del fisicalismo queda esquematizada como sigue:

sociología ---} psicología----}biología---}química---}física

. Weber, oponiéndose al reduccionismo del empirismo lógico, reivindica el estatus de ciencia para las disciplinas sociales. Concluye que las ciencias sociales son más ciencia que las que se ocupan de la naturaleza pues no se conforman con la descripción: las ciencias de la acción social requieren, además, de interpretación.

. Desde el interior de la propia física, se pone de manifiesto que las ciencias naturales tampoco consisten en generalizaciones empíricas, en descripciones de la realidad. El propio Einstein concibe a las teorías físicas como "invenciones libres del intelecto humano".

## **Capítulo 4:**

# **La psicología frente a la distinción entre ciencias sociales y ciencias naturales**

### **4.1 Introducción**

Hemos dedicado el presente capítulo a retomar el tema de las dicotomías que suelen establecerse dentro de las ciencias para enfocarlo desde la psicología (en lugar de incluir este análisis en el capítulo anterior), por las siguientes razones:

1. La presente tesis es formulada desde el campo de la psicología y la formación en el área permite una profundidad mayor en su análisis.
2. La psicología ha jugado un papel fundamental en la discusión generada en torno a la distinción de las ciencias sociales y las ciencias de la naturaleza, tal y como hemos expuesto en el capítulo primero, donde mostramos cómo las posturas reduccionistas (de las cuales el fisicalismo es la más radical) reducen, en primera instancia, las disciplinas sociales a la psicología.
3. Es precisamente la psicología el "laboratorio experimental" de la epistemología genética desde donde es posible replantearse la problemática de la distinción de las ciencias refutando las corrientes antes expuestas. La epistemología genética no es, a diferencia del empirismo, una disciplina independiente que juzga a la ciencia desde fuera, sino que constituye una teoría científica del conocimiento en general, pero en particular del conocimiento científico.

En el capítulo anterior referente a la distinción entre ciencias sociales y ciencias naturales no hemos pretendido, como es obvio, tratar esta distinción a través de la historia de la ciencia. Tampoco en el presente capítulo pretendemos ofrecer una

historia de la psicología. Sin embargo, al tratar los diferentes métodos dentro de esta disciplina nos veremos obligados a referirnos a distintos momentos de su desarrollo como ciencia. Dentro de este marco no nos ocuparemos tanto de las teorías como de los problemas planteados y de los métodos elaborados; mientras que las primeras han envejecido y han ido siendo superadas, los segundos nos ofrecen un panorama de la ubicación de la psicología dentro de la clasificación de las ciencias.

## **4.2 Revisión histórica**

La psicología, como toda disciplina científica, encuentra sus orígenes en la filosofía, pero a diferencia de las otras se independiza de la especulación filosófica muy tardíamente. Dentro de la filosofía, la psicología surge como consecuencia de la concepción dualista cuerpo-alma, como una "ciencia del espíritu" en contraposición con aquellas ciencias de la naturaleza, del cuerpo y sus procesos. Por otra parte, se considera que la psicología se originó en el ámbito de la fisiología experimental en la primera mitad del siglo XIX. La fisiología de principios de siglo avanzaba rápidamente ofreciendo problemas de tipo psicológico a los que algunas veces esa misma fisiología daba solución: problemas relacionados con la sensación, con los nervios y órganos sensoriales, con el cerebro y sus funciones y, en general, con los "órganos mentales". Otras divisiones formales de la ciencia contribuían también, pero accidentalmente, con la psicología: la física, con las leyes sobre percepción del color y del sonido; la medicina, con el fenómeno de la hipnosis; la astronomía, con los hechos y la explicación parcial de la "ecuación personal".

La situación particular de la psicología frente a la distinción entre disciplinas sociales y naturales se plantea así desde sus orígenes. Boring en su "Historia de la psicología experimental" lo enuncia del siguiente modo:

"La nueva "psicología científica" del siglo XIX no era otra cosa que la fusión de esas dos psicologías: la psicología de los filósofos y la psicología sensorial de los fisiólogos más la fisiología del cerebro, la reflexología, la frenología, la hipnosis y la ecuación personal, todas las cuales procedían de distintas regiones de la ciencia" (Boring, 1976/1992 p.182).

La psicología científica nace entonces como psicología fisiológica ocupándose de sensaciones, percepciones, atención y demás procesos psíquicos susceptibles, en aquel momento, de experimentación; enfocándose a estos problemas con la mentalidad naturalista de la disciplina nacida de la medicina y con el fin de someterse a los hechos, concediéndoles más crédito que a las teorías como construcciones mentales.

Existe cierto consenso en considerar a Fechner como el fundador de la psicología ya que "fue el primero en llevar a cabo con todo el rigor científico una serie de experimentos que fueron la base para el establecimiento de la nueva psicología, y que hoy todavía son el fundamento de la metodología psicológica" (Boring, 1976/1992 p.297). Fechner publica en 1860 "Elementos de psicofísica" en el que busca ofrecer una ley que vincule los aumentos de la "energía corporal" con los aumentos de la "energía mental". Con Fechner nace la psicofísica, que intentará determinar las relaciones entre el alma y el cuerpo y, de modo general, entre el mundo físico y el mundo psíquico. Fechner desarrolló varios métodos para cuantificar la intensidad de la sensación en relación con la intensidad del estímulo (método de la diferencia apenas perceptible -método de límites-, método del estímulo constante, método de ajuste, etc.).

En la misma Alemania de Fechner, Helmholtz, preocupado por cuestiones de percepción e influido por los asociacionistas ingleses, elabora una teoría de la percepción llamada de las "inferencias inconscientes" que lo opondrá a las teoría innatistas. Según él, en todas nuestras percepciones hay mucho más que el dato sensorial actual; ese "plus" proviene de inferencias inconscientes irresistibles que se forman con la experiencia; la asociación y la

repetición desempeñan en este sentido el papel esencial. El valor de las observaciones científicas, de acuerdo con lo anterior, depende para Helmholtz de la experiencia pasada del observador.

Wundt, también en Alemania, pretende que la psicología se constituya como una ciencia experimental pero limita su pretensión de la siguiente forma: la psicología, basada en la introspección, procede por inducción a partir, por una parte, de la experimentación para los procesos inferiores y, por otra parte, de la historia de los pueblos para los procesos superiores. A partir de 1862 sus cursos tratan sobre "la psicología desde el punto de vista de las ciencias naturales" y en 1879 funda el primer laboratorio de psicología (el Instituto de Psicología) dando lugar a la institución formal de la psicología como disciplina independiente. La creación del primer laboratorio tiene una importancia fundamental: aun cuando el método oficial sigue siendo la introspección, el hecho de que se piense en llevar las problemáticas psicológicas al laboratorio significa que el psicólogo se vea obligado a controlar sus resultados, estandarizando las condiciones de observación para hacer posible la comparación.

Hasta ahora parece claro que, al menos en Alemania, la psicología surge como ciencia natural subordinando sus problemáticas y sus métodos a los de las disciplinas que se ocupan de los fenómenos de la naturaleza (y del hombre como parte de ésta). Pero paralelamente se desarrolla en la misma Alemania una psicología del espíritu que se mantiene como parte de la filosofía. Fraisse, en su "Historia y método de la psicología experimental" escribe lo siguiente:

"Frente a una psicología experimental, empirista, técnica y científica, en una palabra, frente a una psicología del contenido, florece otra psicología, la del acto, que sigue la tradición de una filosofía que pone, en primer lugar, la actividad del espíritu" (Fraisse, 1963/1976 p.27).

De esta psicología del acto el inspirador es Brentano que, siendo un filósofo especulativo formado en la tradición aristotélica, pretendió establecer una psicología que se opone a la psicología experimental sin dejar de ser empírica y que influyó en importantes escuelas de posterior formación como la escuela de la Gestalt.

La psicología del acto de Brentano es sintetizada por Fraisse de la siguiente manera:

"Cuando se ve un color, el color mismo no es mental; el verlo, el acto es lo mental. Pero el acto de ver no tiene sentido si no consiste en ver algo. El acto se refiere a un objeto al que contiene intencionalmente. Lo que Wundt y los otros estudiaban sólo es un contenido cuya objetividad es problemática. La psicología tiene una objetividad inmanente en tanto se refiere a los actos del espíritu humano, actos de ideación (sentir, imaginar), de juicio (percibir, conocer, recordar), de amor y de odio (desear, tener resentimiento)." (Fraisse, 1963/1976 p.27).

Si mantenemos nuestra atención en Alemania debemos mencionar a Ebbinghaus, quien estudia procesos más complejos como la memoria, sacando a la psicología del campo de las sensaciones, y hacer también referencia a la escuela de Würzburgo y a la escuela de la Gestalt.

Külpe es quien da origen a la escuela de Würzburgo. Como alumno de Wundt escribe en 1899 "Compendio de psicología", donde se compromete a hablar únicamente de hechos científicos no importando las lagunas que este compromiso implique. En este texto, señala Fraisse, no se encuentra una sola página acerca del pensamiento. Pero más tarde intentará someter a experimentación este proceso superior valiéndose de la introspección. Su aportación al tema de la distinción entre la psicología y las ciencias naturales que aquí nos ocupa es la siguiente: para él la psicología es la ciencia de los hechos que dependen de la experiencia del sujeto, mientras que la física también parte de la experiencia pero estudia los hechos que son independientes del sujeto. Si se quiere estudiar el pensamiento, basta solicitar a los sujetos que piensen y describir

sus experiencia. Fraisse considera que este intento de experimentación para el pensamiento desemboca en un resultado desconcertante "Si se estudia el juicio por el cual el sujeto decide si un objeto es más pesado que otro, se encuentra una cantidad de imágenes y sensaciones pero no se encuentra nada que corresponde al juicio mismo. Para explicar el juicio, como la asociación de ideas, se requiere algo más que el contenido de la experiencia individual." (Fraisse, 1963/1976 p.29). Ese "algo más" fue denominado más tarde por sus alumnos "actitudes conscientes" (Mach y Orth), "disposición para actuar" (Watt) o "tendencia determinante" (Ach).

Los alumnos de Külpe propondrán el método de la introspección experimental sistemática que, con el fin de captar mejor el contenido de los datos conscientes, fracciona los distintos momentos de una operación mental para concentrar la atención sólo en un momento a la vez (p.ej. en el caso de una asociación de palabras distinguen cuatro momentos: periodo preparatorio, recepción de la palabra estímulo, búsqueda de respuesta y emisión de la palabra respuesta). Pero este método no cumplirá sus objetivos ya que concluirá que existe un pensamiento sin imágenes.

"Una muerte prematura impedirá a Külpe extraer todas las consecuencias de la revolución que había iniciado cuando pretendió no admitir nada en el campo de la psicología que no se dudara sobre la experiencia. Si se estudia el pensamiento desde el ángulo de la psicología del contenido, hasta la materia misma se sustrae. Se aproxima el tiempo de una nueva psicología. Se aproxima tanto más en la medida en que la introspección sistemática desemboca, al pasar por sus seguidores, en divergencias inverificables puesto que cada observador es su propio control" (Fraisse, 1963/1976 p.30).

La escuela de la Gestalt es fundada, como el resto de las llamadas "psicologías del acto", por alumnos de Brentano. Surge como reacción contra el elementarismo de todas las psicologías asociacionistas aceptando que, si bien las percepciones simples están compuestas de sensaciones elementales, el caso de la percepción del espacio y el tiempo es distinto. Mientras que Mach consideraba al espacio y al tiempo como sensaciones originales

(incluso creía en un "sentido del tiempo"), von Ehrenfels sostiene que el espacio y el tiempo son cualidades nuevas, no resultado de una simple combinación de elementos sino de actividades del espíritu que combina estos elementos. El concepto de cualidades formales (Gestaltqualitäten) aparece entonces con von Ehrenfels y, aunque los gestaltistas conservarán el concepto de Gestalt, modificarán su interpretación.

No es necesario aquí exponer las ideas fundamentales que Wertheimer y sus discípulos y colegas Koffka y Köhler postularon como psicología de la forma. Basta con mencionar las consecuencias de sus bien conocidas experiencias y, en particular, una observación esencial: el todo no es la suma de las partes, es algo más que no puede deducirse de las partes. Así, las leyes fundamentales de la teoría de la Gestalt (leyes de organización de las formas, principios de la relatividad y la transposición, isomorfismo de las formas físicas y las formas fisiológicas y la dinámica de campo) conducen a la consideración de las formas como un dato que hay que explicar sin contentarse con el isomorfismo entre las formas físicas y psicológicas, y la búsqueda de las leyes de constitución de estas formas requiere de la psicología científica.

"Con la partida de los gestaltistas de Alemania, a consecuencia de las persecuciones hitlerianas, termina la historia del reinado de la psicología alemana" (Fraisie, 1963/1976 p.30).

Pasemos entonces a Inglaterra, donde la psicología florece bajo dos influencias importantes: Darwin y Galton.

Darwin, bien conocido por su magna obra El origen de las especies, publicada en 1859, que es punto de partida de la teoría de la evolución en biología, concibe no sólo una continuidad física entre las demás especies y el hombre, sino también psicológica. En 1872 publica la Expresión de las emociones en el hombre y en los animales. Esta continuidad que no concibe a los animales como

máquinas y al hombre como poseedor de alma, abre un importante campo para la psicología comparada entre los animales y el hombre.

A partir de la postulación de esta herencia biológica y psicológica de la que Darwin habla, Galton aborda las cuestiones psicológicas (como la genialidad) como cuestiones heredadas. Postula la necesidad de una selección inteligente en lugar de la selección natural con el fin de mejorar a la raza humana "que se ha venido degenerando a partir de la civilización ateniense". Para realizar esta selección inteligente es necesario establecer las posibilidades de cada ser humano, es decir, poder medir sus aptitudes. De aquí nace el test. Sus tests, señala Fraisse, son ya de orientación conductista, pues casi no pueden captarse las potencialidades del hombre sino por medio de lo que hace. "Sin embargo, Galton sigue siendo un introspeccionista; es uno de los primeros que emplea el método de los cuestionarios para establecer los distintos tipos de imaginación" (Fraisse, 1963/1976 p.35). Galton, quien inaugura las aplicaciones de la estadística a la psicología, concibe entre otros métodos, el método de las correlaciones a partir del principio de la regresión hacia la media; colabora con Pearson, quien continúa la tradición de Galton, así como lo hace Fischner (quien inventa el análisis de varianza). Por otra parte, Spearman comprueba experimentalmente que entre varios tests de inteligencia los sujetos presentan correlaciones positivas que se ordenan jerárquicamente. Interpreta que estas relaciones dependen de una causa común, un factor G, signo de una aptitud general. Una matriz de correlaciones se explica por la influencia de este factor común y factores específicos correspondientes a cada prueba.

"Así como la psicología experimental alemana nació del encuentro de las ideas filosóficas y los problemas psicofisiológicos; así como la psicología científica inglesa se constituyó a partir del impulso evolucionista y los problemas psicológicos que suscitaba, la psicología francesa se insertó en la psicopatología interpretada por los filósofos" (Fraisse, 1963/1976 p.39).

La psicología filosófica de Francia en el siglo XIX tiene una influencia sensualista, y la concepción de a la psicología en el marco de la distinción general entre ciencias naturales y ciencias sociales es la siguiente: la psicología es la ciencia de la observación interior y es mediante la conciencia como se puede alcanzar el "principio" espiritual del hombre. La psicología, para ellos, no sólo es una ciencia de los hechos de la conciencia, aspecto que ya la distinguiría de las ciencias naturales, sino que además constituye una filosofía del espíritu.

Bergson funda el análisis psicológico argumentando que el tiempo vivido o los recuerdos constituyen un testimonio de la vida del espíritu. El cerebro es el órgano del espíritu. En este marco filosófico de concepción de la psicología, es mérito de Ribot la instauración de una psicología científica.

Ribot viene de fuera, se le ubica dentro de la escuela de los ingleses y los alemanes (Boring) y sus ideas centrales con respecto a la distinción que aquí nos ocupa son claras en las siguientes citas tomadas de Fraise:

"La psicología que aquí trataremos será, pues, experimental; su único objeto serán los fenómenos, sus leyes y causas inmediatas; no se ocupará ni del alma ni de su esencia ya que esta cuestión pertenece a la metafísica por no ser verificable" (Ribot "La psicología alemana contemporánea" 1879, en Fraise, 1963/1976 p.41).

"La psicología no es ni espiritualista ni materialista, y no puede asumir ninguno de estos epítetos salvo a condición de perder todo derecho al nombre de ciencia (prefacio al Tratado de psicología de Dumas, en Fraise, 1963/1976 p.41).

"Pero a pesar de esto, Ribot nunca realizó experimentos, ni en la línea de Wundt ni en la de Galton. Piensa que la patología mental nos proporciona experiencias suficientes" (Fraise, 1963/1976 p.41).

Pierre Janet es filósofo de formación al igual que Ribot su maestro, y su posición frente a la psicología como ciencia es que ésta se ocupa de los "hechos de la conciencia". Las siguientes dos citas nos mostrarán, la primera, cómo la psicopatología le revela

un nuevo aspecto de estos hechos de la conciencia (como la psicología animal le mostrará a Watson) y, la segunda, nos permitirá distinguirlo del conductismo.

"La psicología debía ser objetiva en el sentido de que debía ocuparse de lo que se veía: movimientos, actitudes del sujeto, sumándole sus palabras y maneras de hablar. En consecuencia, todos los hechos psicológicos, aunque se tuviera conocimiento de ellos por otra vía, debían expresarse en el lenguaje de los hechos exteriores" (Janet 1929, en Fraisse, 1963/1976 p.43).

"Para aplicar a los hombres la psicología del comportamiento, se requiere no sólo conceder un lugar a la conciencia, sino además considerarla como una complicación del acto que se agrega a las conductas elementales, sin olvidar, en la descripción de esas conductas, sus formas superiores, como por ejemplo la creencia. Esta psicología puede designarse con el nombre de "psicología de la conducta" ("Autobiografía" 1946, en Fraisse, 1963/1976 p.43).

Así, para Janet, los actos del ser humano que capta el experimentador se explican por la conducta y la influencia de la situación, pero las reacciones conscientes e inconscientes del individuo frente a esa situación juegan también un papel importante. Su búsqueda constante de la filogénesis y la ontogénesis de las conductas lo lleva a establecer la importancia del lenguaje en psicología y a postular que ésta nace de la acción. Para Janet, el lenguaje es un sustituto de la acción.

Janet se forma en la escuela de Ribot, pero quien es considerado su verdadero sucesor es Dumas, también filósofo. Su contribución a la psicología científica es, principalmente, la de difusión de esta nueva ciencia, pero también sus observaciones experimentales de las repercusiones emocionales sobre la circulación y la respiración. En este sentido las emociones sólo son objeto de estudio de una psicología científica si se les aborda desde su repercusión fisiológica. Esta labor experimental sólo constituyó parte de la actividad de Janet. Es Binet quien se dedica a la investigación empírica de lleno, creando en Francia la psicología experimental.

Binet se distinguirá de Wundt en lo siguiente: Binet considera que a la psicología experimental le corresponde estudiar los procesos superiores y, en particular, el pensamiento y la inteligencia. Para ello se vale del método comparativo. Cree en el método de la introspección sistemática que lo lleva a la misma conclusión que la escuela de Würzburgo (hay un pensamiento sin imagen que escapa a la introspección). Por ello crea su escala para la medición de la inteligencia en 1905, considerada base de los métodos cuantitativos en psicología. Binet intenta medir la inteligencia de manera directa a partir de sus efectos y, en sus últimos análisis realizados con Simon concluye: "La psicología se convirtió en la ciencia de la acción" (Binet 1908, en Fraisse, 1963/1976 p.46).

Cambiaremos drásticamente, ahora de continente, para orientarnos a Estados Unidos, país obligado si la psicología científica y sus metodologías es lo que ahora nos ocupa, y si queremos, más adelante, enfocar nuestra atención en las dos grandes revoluciones que determinan el estado actual de esta disciplina: la revolución conductista y la revolución cognitivista.

"La psicología norteamericana heredó la organización de los experimentalistas alemanes, pero el espíritu de Darwin" (Boring, 1976/1992 p.529). William James inició la psicología en Estados Unidos. "Él no era un experimentalista por temperamento, pero creía en el experimentalismo; lo introdujo en los Estados Unidos imponiéndole el sello norteamericano y enfatizando el significado funcional de la mente" (Boring, 1976/1992 p.529). Como fue el caso de la psicología alemana, James parte de la conciencia, pero le importan no los datos que se encuentran en ella sino los hechos de la conciencia. Influido por Darwin concibe que la conciencia debe haber evolucionado como las otras funciones "porque es útil" (James en Fraisse, 1963/1976 p.49). El funcionalismo de James se fundamenta en Dewey, su teórico<sup>2</sup>. Dewey, conocido como parte de la

---

<sup>2</sup> Es necesario señalar que "en sentido estricto, no hay quien se llame "funcionalista". James y Dewey sólo hablan de función.

escuela de Chicago, sostendrá que un estímulo sólo es un estímulo cuando provoca una respuesta, y una respuesta sólo es respuesta porque hay un estímulo que la provoca.

El pensamiento de la escuela de Chicago puede resumirse en las siguientes proposiciones tomadas de Fraisse (Fraisse, 1963/1976 p.50) quien, a su vez, las toma de Angell (sucesor de Dewey):

- a. "Psicología de las operaciones mentales" en contraste con la psicología de los elementos mentales.
- b. "Psicología de la utilidad de la conciencia" en la que el espíritu se halla "principalmente comprometido en una mediación entre el medio y las necesidades del organismo".
- c. "Psicología del organismo total, espíritu y cuerpo" reintegrando al nivel del organismo los actos semiinconscientes.

Stanley Hall es, junto con James, pionero de la nueva psicología norteamericana. Es alumno de James y trabaja con Wundt. Stanley se orienta hacia la psicología evolutiva y tendrá una importancia histórica fundamental: invita por primera vez a Estados Unidos a Freud y a Jung, quienes ofrecen sus conferencias en el año de 1909.

Pueden mencionarse otros pioneros de la psicología norteamericana: Ladd, Baldwin, Cattell (quien es el primero en hablar de "tests mentales"), Thorndike, Woodworth. Todos ellos se relacionan con el funcionalismo y, a reserva de que los retomemos más adelante, tratemos ahora a Titchner quien se mantiene más cerca de Wundt. Titchner es defensor de la psicología del contenido; fiel a la introspección crea una ciencia autónoma: la ciencia de las leyes generales del espíritu. Sostiene, bajo la concepción de que la ciencia procede de lo general a lo particular, que las diferencias individuales sólo se convierten en objeto científico cuando pueden explicarse.

---

Titchner, que perpetúa en Estados Unidos la tradición de Wundt, define su propia psicología como estructuralista y la opone a lo que llama el funcionalismo de la escuela de Chicago" (Fraisse, 1963/1976 p.49).

Los funcionalistas estudian en animales vertebrados basándose en la introspección e intentando evadir la evidente dificultad que esto plantea recurriendo a la analogía, la inferencia o la empatía. Loeb, quien viene de Alemania y enseña en Estados Unidos, trae consigo una concepción totalmente mecanisista aplicando a animales inferiores la teoría de los tropismos recientemente elaborada a partir del estudio de plantas. Contemporáneamente Beer, Bethe y von Uexkull, quienes forman la escuela objetivista alemana, proponen una nueva terminología al comprender que no pueden explicar las conductas animales con los términos fisiológicos o psicológicos de su época tan estrechamente vinculados con la introspección y el subjetivismo. Propondrán recepción en lugar de sensación, resonancia en lugar de memoria.

Thorndike ofrecerá una nueva dirección en la psicología animal norteamericana estableciendo la ley del efecto, mostrando cómo el éxito fija aquella asociación que ha conducido al éxito. Hasta él, la psicología animal consistía especialmente en observaciones más o menos sistemáticas; Thorndike inventará nuevas técnicas experimentales y, en particular, las cajas con problemas donde el animal debe descubrir el mecanismo que opera.

La psicología comparada abre el camino al conductismo; sigue considerando, como la psicología clásica, a esta disciplina como ciencia de la conciencia, pero el tipo de experimentación que realiza y la utilización de los tests mentales ya no son el resultado de la introspección o, al menos, de una introspección basada en el análisis de la conciencia.

Antes de pasar al siguiente subtema no podemos dejar de mencionar el desarrollo de la psicología rusa. Pavlov, desde la fisiología, descubrió los reflejos condicionados que al comienzo denominó reflejos psíquicos. Es reconocido como uno de los más grandes creadores de la psicología moderna y en 1904 recibe el premio Nobel por su obra. Bechterev, también fisiólogo, crea el término reflexología, que define como una disciplina científica que se plantea el problema del estudio de la reacción respuesta a

estímulos externos o internos. "De este modo, Pavlov y Bechterev - anteriormente a Watson- habían fundado una psicología objetiva pero sin reconocerla como psicología. Pavlov pretendía estudiar la actividad nerviosa superior y Behterev una nueva disciplina: la reflexología" (Fraisse, 1963/1976 p.57). Vygostky, por otra parte, se separará de la concepción mecanicista. Su "teoría" (cuyo entrecomillado se justificará más adelante) será tratada posteriormente.

No hemos pretendido hacer hasta ahora una historia exhaustiva de los orígenes de la psicología científica; solamente hemos puesto de manifiesto las direcciones de su desarrollo temprano. La finalidad es poder abordar ahora las dos revoluciones que modificarán la concepción de la psicología, de su objeto y sus métodos. Llegaremos así a exponer, como lo hicimos en el capítulo anterior, dos posturas alternativas en cuanto a la relación de las ciencias sociales con las ciencias de la naturaleza. En primer lugar, abordando la revolución conductista, llegaremos a la conclusión fisicalista que el empirismo, corriente epistemológica que sustenta al conductismo, sostiene. En segundo lugar, abordaremos la revolución cognitivista a partir de la cual (específicamente de la psicología genética de Jean Piaget) será posible replantear la distinción que aquí nos ocupa y ofrecer la solución que sustentará el resto de la presente tesis.

### **4.3 La revolución conductista**

Comenzaremos esta sección, no con Watson, a quien se acostumbra considerar el creador del conductismo. Tampoco nos remontaremos a Descartes considerado por historiadores de la psicología, como Boring, originario de esta corriente. Comenzaremos con una cita de Pierón tomada por Fraisse.

"Si estas investigaciones no tratan de la conciencia, entonces ¿qué podrán tratar que no esté estudiado ya por la fisiología? Se referirán a la actividad de los seres y sus relaciones sensoriomotoras con el medio, a lo que los norteamericanos llaman the behavior, los alemanes das Verhalten, los italianos il comportamento y a lo que tenemos derecho de llamar le comportemente (el comportamiento) de los organismos. Mientras que la fisiología estudia la determinación de los mecanismos de las funciones de relación, consideradas aisladamente, la psicología debe estudiar el juego complejo de estas funciones, el mecanismo de su utilización, que permite la continuación y perpetuación de la vida; por ejemplo, mientras los sexos se hallan diferenciados, la búsqueda de la hembra y la aceptación del macho son los precursores indispensables de la función reproductora y, sin embargo, la fisiología los ignora" (Pierón, en Fraisse, 1963/1976 p.58)

La cita anterior constituye un testimonio del papel de la psicología frente a la distinción entre ciencias naturales y sociales; por ello hemos decidido comenzar esta sección con ella. Ahora pasemos a Watson, quien funda el primer laboratorio de Estados Unidos y concebirá el conductismo. Su libro fundamental, La psicología desde el punto de vista de un conductista (1919) muestra que todos los problemas de la psicología pueden estudiarse con un nuevo enfoque.

En el análisis de Boring la psicología objetiva se convirtió en conductismo con Watson, quien inicia el movimiento conductista dados tres factores:

- a. Un factor consciente positivo: la creencia de Watson de que el comportamiento es por sí mismo interesante e importante.
- b. Un factor negativo de protesta contra el introspeccionismo.
- c. La influencia positiva inconsciente: el Zeitgeist<sup>3</sup>.

Watson encuentra que el estudio en animales sortea los problemas a los que conduce la introspección. Pero al renunciar a la introspección y dedicarse a la observación externa, como lo hace

---

<sup>3</sup> "Zeitgeist: una idea demasiado extraña o extravagante como para poderse considerar en un periodo de la civilización occidental, puede aceptarse como verdadera sólo uno o dos siglos más tarde." (Boring, 1976/1992 p.23)

el resto de las ciencias naturales, no se limita a modificar el objeto de estudio de la psicología, sino también su método. La psicología ya no puede seguir siendo una ciencia de los datos de la conciencia, se convertirá en el estudio de las conductas.

Watson no niega la existencia de la conciencia, lo que niega es que ésta pueda ser objeto de estudio o considerarse un principio explicativo. Para él el estudio de la conducta consistirá en establecer relaciones entre los estímulos y las respuestas de un organismo. Estímulo será el grupo de invariantes o antecedentes que sirve como causa a cierto efecto (la conducta).

"Rayos de diferentes longitudes de onda, ondas sonoras de diferentes frecuencias y diferentes amplitudes, finas partículas que afectan a los órganos olfativos...por último, los movimientos de los músculos y las secreciones de las glándulas que, a su vez, pueden servir como estímulo al actuar sobre los nervios sensitivos".

Por otra parte, los efectos de estos estímulos o invariantes causan ciertos efectos: "el conjunto de cambios que se producen en los músculos lisos, los músculos y las secreciones glandulares".

La psicología queda así reducida a las ciencias naturales. Por una parte consiste en la descripción de cierta situación en términos físicos y, por otra parte, en la descripción de la respuesta en términos fisiológicos. "Nadie, salvo yo, cree en la naturaleza enteramente fisicoquímica de toda respuesta, de la más simple a la más compleja" (Watson por Fraisse, 1963/1976). Pero, a pesar de estas consideraciones, Watson no considera que la explicación fisiológica pueda sustituir a la explicación psicológica:

"Es perfectamente posible estudiar la conducta sin saber nada acerca del sistema nervioso simpático, las glándulas, los músculos lisos, e incluso el sistema nervioso central, y escribir un trabajo muy completo y exacto acerca de las emociones" (Watson, 1919 p.195 por Fraisse, 1963/1976).

Así, el conductismo de Watson no sólo ignora la conciencia de un individuo, también pretende ignorar su fisiología. No niega que exista algo entre la situación y la respuesta, simplemente no le interesa.

Como no intentamos hacer aquí una revisión exhaustiva del conductismo y de sus múltiples exponentes, y con el fin de no apartarnos del tema que aquí nos ocupa (la psicología frente a la distinción entre ciencias naturales y ciencias sociales) expondremos el pensamiento de Skinner (uno de los conductistas más importantes y jóvenes y autor de la distinción entre las conductas respondientes y operantes) y luego dedicaremos un breve espacio al análisis del operacionalismo.

Skinner considera que la psicología debe describir, más que explicar:

"Deberíamos seguir el camino que nos trazan la física y la biología. Deberíamos prestar atención directamente a la relación existente entre la conducta y su ambiente, olvidando supuestos estados mentales intermedios. La física no avanzó concentrando su atención en el júbilo de un cuerpo descendente, tanto más acelerado cuanto más jubiloso. Ni la biología avanzó, como lo ha hecho, a base de tratar de descifrar la naturaleza de espíritus vitales. Por nuestra parte, podemos decir, en consecuencia, que para llegar a un análisis científico de la conducta no necesitamos intentar descubrir qué son y qué no son personalidades, estados mentales, sentimientos, peculiaridades del carácter, planes, propósitos, intenciones, o cualquier otro pre-requisito de un problemático hombre autónomo" (Skinner, 1971/1972 p.24).

Con respecto al operacionalismo Boring, considerado por Fraisse como uno de los portavoces a partir de 1935, escribe:

"El operacionalismo es más un principio que una escuela. Es una forma de evaluar la actividad científica después de que ha ocurrido, de aumentar la precisión del significado de los conceptos científicos, de separar los verdaderos problemas científicos de los pseudo- problemas y de distinguir entre la metafísica y la ciencia" (Fraisse, 1963/1976 p.674).

Para Boring, el operacionalismo aparece como la conclusión y la convergencia de tres líneas de pensamiento:

1. La física, con Bridgman, quien afirma que los conceptos en la ciencia deben definirse en términos de las operaciones por medio de las cuales se observan y que distingue de los problemas los pseudo-problemas, preguntas que no pueden ser resueltas por medio de ninguna prueba observacional conocida.

2. La filosofía, con el círculo de Viena y las ideas de Carnap que hemos expuesto en el capítulo anterior.

3. La psicología animal y el conductismo, que exige definiciones operacionales para términos que se suponía carecían total o parcialmente de significado.

Así, el operacionalismo reduce los conceptos a sus operaciones y proporciona un criterio de lo científico y lo no científico donde los problemas psicológicos, en tanto pretendan alcanzar el estatus de ciencia, deben reducirse tal y como lo plantea el fisicalismo antes descrito.

#### **4.4 La revolución cognoscitiva**

Alrededor de los años 30, con el conductismo adquiriendo fuerza en Estados Unidos y las ideas de Freud en Viena, es difícil hablar de la psicología; no hay una sino varias psicologías. "Diez años más tarde, cuando estalla la segunda guerra mundial, la situación ha cambiado totalmente. Koffka, Wertheimer, Lewin y Köler están en Estados Unidos y han publicado en inglés obras fundamentales. Freud y muchos de sus discípulos están en Inglaterra o Estados Unidos y esas corrientes de pensamiento se encontraron, para un provecho mutuo, con el empirismo anglosajón" (Fraisie, 1963/1976 p.70).

Los impactos de las dos guerras mundiales en la psicología fueron determinantes. Si la primera guerra mundial dio lugar a los tests para la selección de soldados y a desarrollos en psicología clínica, la segunda guerra mundial resalta los problemas morales, de personalidad, de relaciones sociales.

El desarrollo de la psicología experimental aplicada, los progresos de la neurofisiología, la teoría de la información y la cibernética, la constitución de una psicología genética, el

desarrollo de la psicolingüística y el surgimiento de la psicología matemática, darán lugar a la psicología cognitiva, "el enfoque teórico más fecundo de todos los problemas psicológicos" (Fraisse, 1963/1976 p.75).

Tolman exige el análisis de variables intervinientes y habla de mapas cognitivos para explicar el aprendizaje; Bartlett habla de esquema para explicar los procesos mnémicos y los gestaltistas conciben la percepción como una estructura y la inteligencia como una flexibilidad de las estructuras. Para comprender una conducta, no basta con tomar en cuenta la información proporcionada por el estímulo. La significación del estímulo adquiere suma importancia así como los procesos cognitivos o mediadores que otorgan o transforman estos significados.

Pero la concepción de ciencia sigue siendo la misma que sustenta al conductismo: empirista. El explicar qué es lo que ocurre entre las estimulaciones del medio y las respuestas generadas en los organismos, no modifica las preguntas, no reconceptualiza los problemas, sólo ofrece una explicación más completa, agrega elementos al mismo esquema básico de explicación. La teoría del procesamiento humano de información, considerada como una de las más logradas dentro del cognitivismo, no es la excepción. El considerar al ser humano como un procesador activo de información donde los estímulos no "causan" de manera automática ciertas respuestas, sino que "procesan" esa información, no constituye una alternativa muy distinta al conductismo. Esta teoría del intelecto humano considera a la computadora como una analogía del funcionamiento de la mente. Se trata de una analogía funcional donde el pensamiento es considerado un procesamiento de información con una memoria, una unidad procesadora y mecanismos de entrada, input, y salida, output. Es como si se llenara aquella caja negra de la que los conductistas hablaban. El origen del conocimiento es el mismo que el considerado por el conductismo: la experiencia sensorial.

Así, no es sino hasta el nacimiento de la psicología genética de Jean Piaget, sustentada en una epistemología radicalmente diferente al empirismo, cuando podemos comenzar a hablar de una psicología cognitiva que replantea tanto el objeto de estudio como la metodología a emplear en el campo de la psicología; cuando podemos hablar de una verdadera revolución.

#### 4.5 La psicología genética de Jean Piaget

Piaget modifica las preguntas, establece nuevas metodologías para responderlas, ofrece una explicación fundamentada en experiencias. Con ello muestra empíricamente cómo el empirismo no se sostiene y crea una nueva psicología: la psicología genética<sup>4</sup>.

Piaget se interroga acerca de lo que, hasta entonces, se considera obvio. Esta actitud metodológica de Piaget replantea las problemáticas a las que la psicología debe dar respuesta. El que un niño de 4-5 años considere que la cantidad de materia de un objeto aumenta o disminuye si sólo se modifica su forma no es un "error", no es una equivocación. Piaget pone de manifiesto que, cuando los "errores" son sistemáticos, cuando las "equivocaciones" son todas del mismo tipo, esta coherencia en los "errores", esta "equivocación" sistemática, debe ser explicada. Más aún, no se trata de investigar cómo se pasa de una convicción "aberrante" (como el considerar la cantidad de materia variable de acuerdo a la forma que se le dé a un objeto) a una convicción "lógica". Piaget muestra que ambas ideas son necesarias para el niño, se presentan sucesivamente en la génesis de la noción de permanencia de la

---

<sup>4</sup> "... la palabra "genética", en la expresión "psicología genética", fue introducida por los psicólogos en la segunda mitad del siglo XIX, es decir, antes que los biólogos la empleasen con un sentido más restringido. En el lenguaje actual de los biólogos, la "genética" se refiere exclusivamente a los mecanismos de la herencia, por oposición a los procesos embriogenéticos u ontogenéticos. "Psicología genética" se refiere al desarrollo individual (ontogénesis)" (Piaget, 1969/1984 p.12).

cantidad de materia, y, aun cuando son contradictorias y en el desarrollo se esta noción de permanencia se excluyen mutuamente, cada una en su momento responde a la lógica que es capaz de manejar el niño en ese nivel de desarrollo y, en este sentido, es tan "lógica" una como la otra, porque derivan de sistemas diferentes de pensamiento.

El considerar estas ideas concebidas hasta entonces como "aberrantes" como ideas lógicas, siempre y cuando se las considere como parte integral de todo un sistema de pensamiento, es una idea totalmente revolucionaria. Con la dominación del paradigma conductista, un niño sabía menos que un adulto, se equivoca más veces que él. A partir del constructivismo de Piaget el niño sabe "diferente" y los "errores" que comete son derivaciones de un sistema particular de pensamiento con el que opera en esa etapa particular de su desarrollo.

El problema de la psicología ha sido replanteado: ¿cómo se pasa de un estado de conocimiento a otro?; nociones como la de conservación de la materia ¿están impuestas por los hechos? Piaget demuestra cómo estas nociones de conservación no se adquieren a partir de la experiencia sensorial. Las experiencias de Piaget son simples y contundentes: se le presentan al niño dos bolitas de plastilina iguales, que van a representar dos panecillos, y se pregunta si dos niños que comieran cada uno un panecillo tendrían igual para comer, tanto uno como otro. Establecida esta igualdad inicial, se procede a transformar uno de los panecillos, dejando al otro como testigo. Se le hace comparar el objeto transformado con la bolita inicial preguntando si sigue habiendo "igual para comer". Hasta los 6-7 años el niño considerará que las modificaciones en la forma modifican la cantidad de materia, ahora una tiene más "porque es más larga" o tendrá menos "porque es más finita". El dato sensorial está ahí, el niño ve que no se ha agregado plastilina, y sin embargo no concluye que la cantidad de materia sigue siendo la misma. Este tipo de experiencias realizadas por Jean Piaget, tan conocidas y tan fácilmente constatables, ponen de manifiesto la

imposibilidad del empirismo para explicar, sólo por percepciones sensoriales, el desarrollo del conocimiento.

La influencia de Piaget en la psicología es decisiva: se plantea nuevas preguntas y crea nuevos métodos para responderlas. Piaget sostiene que el conocimiento, tanto del científico como del individuo "común" (no relacionado directamente con el quehacer científico), es resultado de un proceso constructivo. De acuerdo con esta concepción del conocimiento no puede establecerse un punto de partida arbitrario. El empirismo, por ejemplo, considera como punto de partida de un conocimiento a la experiencia sensorial, a los estímulos del medio. Pero si el conocimiento se considera una construcción y no un simple registro sensorial, no puede establecerse un punto de partida en cuanto a su origen. Por ello el estudio de ese proceso, mas no su origen, debe necesariamente remontarse al comienzo de la vida del individuo. De aquí que Piaget haya dedicado un largo periodo de su vida a la psicología genética como instrumento de exploración epistemológica.

El progreso cognitivo es constructivo: hay reorganizaciones parciales que obligan, en ciertos momentos, a reestructuraciones totales. Estas nuevas estructuras son relativamente estables hasta que una nueva crisis obliga a una nueva reestructuración. El concepto de "equilibración" (al cual Piaget dedica uno de los volúmenes más importantes de su obra) juega un papel primordial en estas continuas reestructuraciones. Los periodos relativamente estables dan lugar a los periodos caracterizados por una reestructuración y no por mera acumulación de conocimientos. Para el empirismo el conocimiento es una acumulación, es un proceso lineal donde se van agregando nuevos conocimientos. El niño "sabe" menos que el adulto, y cada vez irá sabiendo "más". Piaget defiende al desarrollo cognitivo, y ésta constituye una de sus ideas fundamentales, como un proceso de reorganizaciones continuas. Estas reorganizaciones implican periodos de desarrollo, y periodos de estabilidad a los que Piaget llamó estadios. El conocimiento,

100

entonces, no se desarrolla por acumulación cuantitativa como sostiene el empirismo, se desarrolla por sucesivas reorganizaciones, y en este sentido, implica cambios cualitativos. Analicemos los supuestos básicos de la psicología genética que esta noción de desarrollo por reestructuraciones da lugar.

1. "El desarrollo mental del niño aparece, en total, como una sucesión de tres grandes construcciones, cada una de las cuales prolonga la precedente, reconstruyéndola, ante todo, en un nuevo plano para sobrepasarla luego" (Piaget, 1969/1984 p.151).

2. "(La) integración de estructuras sucesivas, cada una de las cuales lleva a la construcción de la siguiente , permite dividir el desarrollo en grandes periodos o subestadios" (Piaget, 1969/1984 p.151). Estos son: sensoriomotriz, preoperatorio, operaciones concretas y operaciones formales.

3. Estos grandes periodos "obedecen a los siguientes criterios: a) Su orden de sucesión es constante (...); b) Cada estadio se caracteriza por una estructura de conjunto, en función de la cual pueden explicarse las principales reacciones particulares (...); c) Esas estructuras de conjunto son integrativas y no se sustituyen unas a otras: cada una resulta de la precedente, integrándola como estructura subordinada, y prepara la siguiente, integrándose antes o después de ella" (Piaget, 1969/1984 p.151-152).

4. Son cuatro los factores generales que intervienen en la evolución mental: a) el crecimiento orgánico y especialmente la maduración del sistema nervioso y los sistemas endócrinos; b) el ejercicio y la experiencia adquirida en la acción ejecutada sobre los objetos; c) las interacciones y transmisiones sociales. Cada uno de estos factores es indispensable para el desarrollo cognitivo, pero ninguno es suficiente por sí solo.

5. La noción de equilibración consiste en "una serie de compensaciones activas del sujeto en respuesta a las perturbaciones exteriores y de una regulación a la vez retroactiva y anticipadora, que constituye un sistema permanente de tales compensaciones" (Piaget, 1969/1984 p.156).

Se suelen considerar los estadios planteados por Piaget como una guía práctica para saber a qué edad los niños piensan qué cosa. Con base en esto se suele refutar la noción de estadios con datos que muestran que no en todas las culturas los niños presentan el tipo de razonamiento que Piaget había establecido para esa edad. Las edades establecidas por Piaget son valores medios con variaciones individuales y culturales que pueden ser considerables. La importancia de los estadios radica en el orden de sucesión, que es siempre constante, y no en las edades de aparición.

Otro de los conceptos básicos en la teoría de Piaget es la noción de asimilación, la naturaleza asimiladora del conocimiento y no simplemente "registradora" de estímulos. Cualquier dato sensorial, para ser fuente de conocimiento, debe ser asimilado por el organismo. Esta asimilación significa, en las etapas iniciales del desarrollo del niño, ser incorporado a sus esquemas de acción, pero luego significará incorporación a los esquemas conceptuales. La asimilación designa la acción del sujeto sobre el objeto de conocimiento y un mecanismo antagónico pero complementario, la acomodación, designa la acción de sentido contrario: la modificación que el sujeto experimenta en virtud del objeto. La adaptación, para Piaget, es un acto complejo resultado del interjuego de mecanismos de acomodación y asimilación. El conductismo enfatiza sólo la acomodación, supone que es posible controlar y prever las reacciones del organismo si sabemos controlar los estímulos que se le presentan. Piaget enfatiza los procesos de asimilación, pero considera que, así como ninguna conducta efectiva es un ejemplo de acomodación pura, tampoco lo es de asimilación pura.

La noción de "asimilación" tiene importantes consecuencias: el desarrollo cognitivo es un proceso interactivo y constructivo. Al caracterizar el desarrollo cognitivo como un proceso interactivo, se opone a los procesos madurativos (aprioristas) y a los puramente exógenos (empiristas). Todo conocimiento implica siempre una parte provista por el objeto y una parte que es provista por el sujeto

con la organización de sus esquemas de asimilación. Como los esquemas de asimilación se originan en la acción, la acción aparece como el origen de todo conocimiento. La concepción de la acción como generadora de conocimiento será analizada específicamente en una sección particular de la presente tesis.

## **Capítulo 5:**

# **Una alternativa al problema de la distinción entre las ciencias: la Epistemología genética**

### **5.1 Empirismo vs ciencia empírica**

En el apartado final del capítulo anterior hemos afirmado que Piaget demostró, empíricamente, que el empirismo no puede sustentarse psicogenéticamente. Para comprender esta afirmación, es necesario distinguir entre empirismo y ciencia empírica.

Toda ciencia, en tanto pretenda serlo, debe poder constatar sus proposiciones con la experiencia, debe poderse verificar por otros. Por tanto, toda ciencia es empírica.

El empirismo, por otra parte, se refiere a una concepción epistemológica particular, concepción que hemos desarrollado, al menos en parte, en el capítulo primero de esta misma sección.

Contrariamente a lo que por terminología podría pensarse, el empirismo no es una epistemología fundamentada empíricamente y, en este sentido, no es una epistemología científica. El empirismo, que sostiene que el origen del conocimiento se encuentra en los datos de la experiencia inmediata, en las sensaciones, nunca lo demostró empíricamente.

Por el contrario, la epistemología genética desarrollada por Piaget esta fundamentada empíricamente por dos disciplinas: la psicología y la historia de la ciencia. Pero ni la psicología de los tiempos en los que Piaget buscaba respuestas, ni la historia de la ciencia investigada en esos tiempos le proporcionaron elementos verificadores de una nueva teoría epistemológica. Piaget reformula las preguntas y las formas de investigación en los dos campos: crea la psicología genética y realiza la historia de la ciencia desde el punto de vista de la historia de las nociones, las ideas y las teorizaciones.

La psicología genética proporcionó, por una parte, pruebas empíricas que contradicen los principios que sostienen a las teorías del conocimiento empiristas y, por otra parte, la historia de la ciencia mostró que las diversas formas de apriorismo no han podido fundamentar las teorías científicas. Ambas disciplinas servirán como instrumento de exploración epistemológica para investigar el proceso de construcción del conocimiento tanto en el niño como en el científico. En el último apartado del capítulo anterior ya mencionamos que, dado que el conocimiento es resultado de un proceso constructivo, no es posible asignarle un punto de partida arbitrario y el estudio de ese proceso debe necesariamente remontarse al comienzo mismo de la vida del individuo.

Así, por una parte, Piaget modifica las preguntas clásicas de quién, cuándo, después de quién descubrió qué, o bien cuándo, después de quién y antes de quién ocurrió un suceso, para preguntarse, por ejemplo, por qué teorías como la del movimiento de Aristóteles persistieron durante siglos a pesar de ser demostrablemente falsas, cómo se desarrollaron la lógica y la matemática y cuál es su papel en la construcción de las teorías físicas y sociales.

Y, por otra parte, la psicología genética creada por Piaget constituye el instrumento de exploración epistemológica por medio del cual Piaget demuestra que el conocimiento es producto de actividades constructivas del sujeto, es decir, que el conocimiento no es un estado, sino un proceso. Con esto formula una epistemología alternativa al apriorismo, que considera que el conocimiento es innato o producto de intuiciones, y al empirismo, que sostiene que el conocimiento es producto de abstracciones y generalizaciones a partir de las impresiones sensoriales.

La epistemología genética ya no sólo hace referencia a las ciencias suponiendo un espacio totalmente distinto desde el cual referirse a ellas, como lo hizo históricamente la filosofía, sino que se ubica dentro del marco propio de las actividades científicas. La epistemología genética es una epistemología científica, empíricamente validable.

No intentaremos aquí desarrollar la epistemología genética en su totalidad, lo que supondría revisar las 25 000 páginas publicadas por Piaget durante su vida y los 6 volúmenes póstumos. No pretenderemos realizar tan titánica tarea, lo que intentaremos es ofrecer un análisis de las implicaciones que esta postura plantea en cuanto a la distinción entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza; y cómo estas implicaciones ofrecen una alternativa a las dos posiciones que desarrollamos en el capítulo primero.

## **5.2 Distinción de los niveles del trabajo epistemológico**

Piaget puso de manifiesto que cuando se comparan las diferentes disciplinas se suele incurrir en ambigüedades y discrepancias debido a que se confunden distintos niveles de análisis. Por tal razón Piaget propone una clasificación de las ciencias de acuerdo a diferentes niveles distinguibles en el proceso de desarrollo científico. Este análisis de la ciencia en diferentes niveles o "dominios" (como el los denomina), nos permite reformular algunos de los problemas que han quedado planteados. Demos cuenta, en primer lugar, en qué consisten estos diferentes dominios.

Los cuatro dominios que Piaget plantea y que corresponden a cuatro niveles de análisis diferentes son:

- a. Dominio material.
- b. Dominio conceptual.
- c. Dominio epistemológico interno.
- d. Dominio epistemológico derivado.

Piaget define el dominio material de una ciencia como "el conjunto de objetos sobre los que ésta recae" (Piaget, 1967 p.1173). El dominio material de la matemática lo constituyen, como ejemplos, los números y las funciones; el de la física y la biología los cuerpos, la energía y los órganos; el de la psicología y la sociología las acciones y operaciones mentales y el comportamiento de cierto grupo social.

El segundo dominio, el dominio conceptual, es definido como "el conjunto de las teorías o conocimientos sistematizados, elaborado por la ciencia sobre su objeto o sus objetos (teoría de los números o de las funciones; teoría de las masas o de las energías; descripción e interpretación de los órganos biológicos; análisis de los hechos mentales; etcétera)" (Piaget, 1967 p.1173).

Piaget aclara que la distinción entre estos dos primeros dominios es meramente analítica, ya que en la generación y evolución de las ciencias estos niveles no se encuentran disociados. Pero es a partir de esta primera distinción, es decir, a partir de la relación entre los dominios materiales y conceptuales, que las ciencias generan una reflexión sobre sus conceptualizaciones. Esta reflexión las conduce a formular un análisis crítico de sus fundamentos, lo que constituye el tercer dominio o dominio epistemológico interno que se refiere a la reflexión que hace una ciencia sobre sí misma, es decir, a la crítica interna de los conceptos y las teorías que utiliza en el nivel conceptual. "Toda ciencia es conducida tarde o temprano a proceder a su propia crítica epistemológica, es decir, a constituir una epistemología interna para su propio uso" (Piaget, 1967 p.1175).

Al atender las ciencias a la cuestión de sus propios fundamentos, serán llevadas, tarde o temprano, a enfrentar problemas epistemológicos generales: ¿qué se conoce? ¿cómo se conoce?, lo cual significa analizar el papel del sujeto y del objeto en el conocimiento. Estas cuestiones pertenecen al cuarto dominio: el dominio epistemológico derivado.

Piaget define el dominio epistemológico derivado como la "crítica más general sobre los resultados obtenidos por determinada ciencia en su relación con otras ciencias, basada en el análisis de la relación sujeto-objeto en cada una de ellas". En este nivel "(se) deslinda el alcance epistemológico más general de los resultados obtenidos por la ciencia considerada y compara éstos con los de las demás ciencias" (Piaget, 1967 p.p 1175-1176).

En cada ciencia se puede distinguir entre estos planos o niveles y es esta "reorganización epistemológica" la que permite analizar las posturas planteadas en el capítulo primero acerca de la distinción de las ciencias.

#### **5.4 Linealidad vs circularidad de la ciencia**

"El sistema de las ciencias presenta una estructura de orden necesariamente cíclico, e irreducible a toda forma lineal" (Piaget, 1967 p.1172), escribe Piaget al comienzo del capítulo de lógica y conocimiento científico titulado "El sistema de las ciencias". Y es gracias a la clasificación de los dominios que el mismo Piaget plantea, y que desarrollamos en el punto anterior, que el reduccionismo de las ciencias a la física propuesto por el empirismo lógico, que se fundamenta en un sistema lineal de relación entre las disciplinas, se muestra insostenible.

Piaget propone una circularidad en los dominios I y IV, correspondientes al dominio material de una ciencia y al dominio epistemológico derivado, y un sistema lineal en los dominios II y III, correspondientes al dominio conceptual y al dominio epistemológico interno. La fundamentación detallada es compleja y, además de este sistema general de relaciones, existen múltiples interrelaciones entre las disciplinas de cada grupo de ciencias. Aquí nos limitaremos a exponer el problema de la dependencia lineal

vs la circularidad de las ciencias de acuerdo a los niveles o dominios de análisis y sólo presentaremos una síntesis muy resumida, suficiente para el objetivo que nos ocupa. Remitimos, para una extensa explicación y mayor profundidad, a la obra mencionada.

En el dominio material de las ciencias el sistema circular de relaciones se presenta de la siguiente manera:

ciencias lógico matemáticas--}ciencias físicas--}ciencias biológicas--}ciencias psico-sociales--}ciencias lógico-matemáticas.

Las razones de la circularidad en el dominio material son las siguientes:

1. Todo conocimiento de los objetos que constituyen el dominio material de las diversas ciencias consiste en una organización de los datos directos de la experiencia de ese dominio. Esta organización significa establecer relaciones, es decir, hacer inferencias, porque las relaciones no son observables. Estas inferencias son, finalmente, estructuraciones lógicas. En otras palabras, en la asimilación de los datos interviene la estructuración lógica, cualquiera que sea el dominio del que se trate.
2. El origen de la lógica se encuentra en la coordinación de las acciones del sujeto.

Si, por una parte, la organización y estructuración lógica está presente en la asimilación de cualquier dato de la experiencia y, por otra parte, el origen de estas estructuraciones lógicas se encuentra en la coordinación de las acciones sobre el mundo físico, el sistema de organización en este nivel o dominio material es circular. Por lo tanto, no hay posibilidad de reducción (lo que supondría un sistema lineal).

En el dominio conceptual de las ciencias el sistema de relaciones sí es lineal, estableciéndose el siguiente esquema general de relaciones:

ciencias lógico-matemáticas--}ciencias físicas--} ciencias biológicas  
--}ciencias psico-sociales

Queda claro que, mientras las ciencias físicas construyen sus teorías relacionando datos que provienen de observaciones directas o por medio de instrumentos, las ciencias sociales relacionan datos de comportamiento (de individuos o de grupos). Los objetos ya han quedado constituidos y organizados en el dominio material. En este dominio conceptual la lógica formal y la matemática intervienen en la construcción de toda teoría. Pero como esta lógica formal y esta matemática se han independizado ya de la experiencia física, es decir, como estas relaciones lógico- matemáticas no se fundamentan en las ciencias físicas, no existe relación inversa entre las ciencias físicas y las lógico-matemáticas.

Es necesario aclarar aquí que cuando explicamos la circularidad en el dominio material por la necesaria estructuración lógica que interviene en la asimilación, no nos referíamos a la lógica formal que mencionamos al fundamentar la linealidad del dominio conceptual. La lógica formal y la matemática intervienen en la organización de los datos en una teoría científica (dominio conceptual), pero esos datos ya han sido interpretados, es decir, organizados en estructuras lógicas (dominio material). Se presenta aquí, entonces, una diferencia entre estructuración lógica (que interviene en toda asimilación) y lógica formal (que interviene en la construcción de toda teoría).

El dominio epistemológico interno presenta también una relación lineal puesto que, al referirse al análisis interno que hace una ciencia sobre su dominio conceptual, y al presentar este dominio conceptual un sistema de relación lineal, el análisis que

sobre cada dominio se realice presentará también un sistema lineal de relaciones.

El cuarto dominio, el dominio epistemológico derivado, presenta nuevamente un sistema circular de relaciones.

ciencias lógico-matemáticas--}ciencias físicas--}ciencias biológicas  
--}ciencias psico-sociales--}ciencias lógico-matemáticas

El análisis del papel del sujeto y del objeto en el conocimiento, cuestiones que pertenecen a este cuarto dominio, es independiente de cada disciplina científica. El hecho de que puedan establecerse la participación del sujeto cognoscente y la del objeto por conocer en la construcción de cualquier conocimiento, implica que, independientemente del contenido de cada disciplina, los mismos procesos se encuentran involucrados en la construcción de un conocimiento.

### **5.3 Mecanismos de construcción de conocimientos**

¿Qué relación guarda el replanteamiento epistemológico de Piaget con los procesos psicológicos involucrados en la adquisición de cualquier conocimiento? ¿Qué tiene que ver el desarrollo intelectual de un niño con el desarrollo de las teorías científicas? La epistemología genética pone de manifiesto que el desarrollo de los procesos cognitivos, desde los de un niño hasta los de un científico, está determinado por mecanismos comunes de construcción. El que estos mecanismos de construcción sean comunes en el desarrollo de los procesos cognoscitivos independientemente del contenido del que se trate, comúnmente se ha mal interpretado afirmando que la epistemología genética sostiene que la filogenia es una reproducción en breve de la ontogenia. Para aclarar tanto esta interpretación errónea como las relaciones entre la psicología

En esta sección nos referiremos particularmente al texto de J. Piaget y R. García Psicogénesis e historia de la ciencia. Hemos hecho ya referencia a la inmensa obra de Piaget y a la dificultad de sintetizar el desarrollo de los diversos temas un tanto dispersos en múltiples volúmenes. Afortunadamente B. Inhelder, en el prefacio de "Psicogénesis e Historia de la ciencia" escribe lo siguiente:

"Considero que esta obra constituye -en el conjunto de la obra de Jean Piaget y de sus colaboradores- la tercera y la más importante síntesis epistemológica".

Nos referiremos, por consiguiente, a esta obra y, en particular, a su último capítulo de conclusiones generales que se inicia precisamente con lo siguiente: "Al llegar al término de estos intentos de comparación entre la historia de la ciencia y la psicogénesis de los conocimientos nos parece útil volverlos a reexaminar, (...)." (Piaget y García, 1989 p.246). La síntesis que se presenta en esa obra conduce en dicho capítulo final a centrar los mecanismos de construcción del conocimiento en tres rubros llamados "instrumentos", "procesos" y "mecanismos de conjunto".

La epistemología genética propone, como instrumentos generales de adquisición del conocimiento, a la asimilación y la acomodación. Estos instrumentos, que hemos descrito en el capítulo anterior, intervienen en la construcción de cualquier conocimiento como se pone de manifiesto en la siguiente cita:

"(...) la asimilación de los objetos o eventos a los esquemas o a las estructuras anteriores del sujeto, (...) van desde los reflejos en el nivel de la psicogénesis hasta las formas más elevadas de pensamiento científico" (Piaget y García, 1989 p.246).

Ya expusimos en el capítulo anterior cómo la asimilación se opone a la asociación (percepción sensorial) (donde las actividades del sujeto no intervienen en el conocimiento como si éste sólo

consistiera en una acumulación de observables bien clasificados); pero desde el punto de vista científico la situación es la misma:

"Desde el punto de vista científico, el positivismo ha permanecido ligado a este empirismo asociacionista cuando ha querido reducir la ciencia a un conjunto de "hechos" simplemente registrados antes de ser descritos por medio del lenguaje puro constituido por la sintaxis y la semántica propias de la lógica y de las matemáticas" (Piaget y García, 1989 p.246).

Estos mecanismos de asimilación y acomodación que sustituyen el concepto de conocimiento-copia por la noción de una estructuración continua, son válidos para la adquisición de todo conocimiento independientemente de la naturaleza del objeto de estudio.

"El carácter asimilador de todo conocimiento impone pues una epistemología constructivista en el sentido de un estructuralismo genético o constructivo, puesto que asimilar equivale a estructurar" (Piaget y García, 1989 p.247).

Los instrumentos fundamentales de conocimiento dan lugar a diversos procesos donde el más importante es la "búsqueda de razones":

"Desde sus orígenes, el positivismo lógico pretendió reducir la ciencia, (...), a una simple descripción de fenómenos. Pero en realidad, y aun sin confesar que lo hacen, toda mente científica vuelve tarde o temprano a la búsqueda de estas razones, y se ha notado a menudo el hecho de que excelentes físicos, después de una profesión de fe positivista (...) la contradicen en el cuerpo mismo de sus escritos persiguiendo claramente un análisis de "causas" " (Piaget y García, 1989 p. 249).

Nuevamente, esta "búsqueda de razones" está presente en la adquisición de todo conocimiento.

Tanto los instrumentos como los procesos descritos se refieren a la adquisición de conocimientos específicos y, como hemos señalado, cualquiera que sea el dominio del conocimiento. Pero aún encontramos una tercera categoría que relaciona la psicogénesis con

la epistemología genética: los mecanismos de conjunto. Estos mecanismos de conjunto son principalmente dos. En primer lugar, el mecanismo que conduce al pasaje de la etapa "intra" ( intra objetal, intra conceptual o intra factual) a la etapa "inter" y de allí a la etapa "trans". En segundo lugar el mecanismo general de la equilibración que es quizás el núcleo más importante de la teoría del conocimiento de Piaget.

En cuanto al primero, aquello expuesto por Piaget y García a lo largo de su obra, es válido nuevamente para la adquisición de cualquier conocimiento: hay un primer nivel (intra) de descubrimiento de las propiedades de un objeto o evento; un segundo nivel (inter) en el que se establecen relaciones entre las propiedades de los objetos estudiados aisladamente en el primer nivel; y hay un tercer nivel (trans) en el cual se llega a las estructuras a partir de las cuales se pueden deducir las propiedades y relaciones de los niveles anteriores.

Este desarrollo que conduce del nivel intra al inter y de allí al trans suponen el alcance de ciertas formas de equilibrio, pero también son fuente de múltiples desequilibrios. El problema de la equilibración, al cual Piaget dedicó una de sus obras más importantes, donde la reestructuración continua se encuentra mediada por sucesivas equilibraciones y desequilibraciones, también es un mecanismo común a la adquisición de cualquier conocimiento.

La epistemología genética, que fundamenta la teoría del conocimiento en los procesos de su construcción, establece una relación directa entre estos procesos de construcción y la adquisición de nuevos conocimientos: cuando se adquiere cierto contenido nuevo se ponen en marcha los mecanismos de construcción descritos en este apartado.

## **5.5 Conclusiones al problema de la distinción entre ciencias sociales y ciencias de la naturaleza**

Históricamente el debate en torno a la distinción de las ciencias ha oscilado entre un reduccionismo, tal y como lo es el fisicalismo, y una dicotomía como la que defiende Weber. O todas las disciplinas científicas son reducibles a una ciencia única, la física, o la fundamentación que opera en las ciencias sociales es completamente diferente a la que opera en las ciencias de la naturaleza. La psicología ha jugado un papel primordial en esta distinción ya que el fisicalismo, como postura reduccionista, reduce en primera instancia las disciplinas sociales a la psicología para luego reducir la psicología a la física. La psicología que el fisicalismo considera para fundamentar su reducción es una psicología conductista que, si bien constituye una importante revolución en psicología, independizándola de sus orígenes especulativos (y en este sentido se opone a diversas formas de apriorismo y explicaciones metafísicas dominantes en las ciencias psico-sociales), será sustituida por una nueva revolución que modifique tanto su objeto de estudio como su metodología: la psicología genética.

Piaget crea la psicología genética como instrumento epistemológico de investigación. Esta psicología genética le permitirá reformular los problemas epistemológicos a los que se enfrenta la concepción dominante en la primera mitad del siglo XX: el empirismo lógico, teoría del conocimiento en la cual el conductismo se fundamenta.

Piaget pone de manifiesto que las posturas, tanto reduccionistas como dicotómicas, incurren en ambigüedades y discrepancias debido a que sus argumentos se confunden en distintos niveles de análisis. La epistemología genética ofrece una clasificación de las ciencias en diferentes niveles distinguibles en el proceso de desarrollo de cualquier ciencia y, basándose en esta clasificación, establece el sistema de relaciones entre las

disciplinas científicas que opera en cada nivel. Con esto replantea la problemática de la distinción entre ciencias naturales y sociales y defiende, por un lado, que no hay dicotomía entre ellas pero, por otro, que el reduccionismo tampoco se sostiene. Su conclusión es la siguiente: no hay dicotomía, tampoco reducción; hay interrelación.

Para el empirismo lógico el sistema de relaciones entre las ciencias es lineal:

ciencias físicas--}ciencias biológicas---}ciencias psico-sociales

Y en este sistema lineal de relaciones fundamenta su reduccionismo. Recordemos que, como señalamos al exponer los supuestos básicos del empirismo, y como se puede apreciar en el desarrollo argumentativo del fisicalismo también expuesto, la lógica y la matemática para esta concepción epistemológica constituyen sólo un lenguaje, una herramienta para analizar las ciencias. El origen de la lógica y la matemática se encuentra, para el empirismo, en el lenguaje; y el lenguaje es explicado como una más de las respuestas de un organismo ante las estimulaciones sensoriales.

Piaget demuestra, psicogenéticamente, que en la asimilación de cualquier dato de la experiencia están involucradas las organizaciones y estructuraciones lógicas. La lógica está presente en la construcción de todo conocimiento y no constituye únicamente un lenguaje para analizar el conocimiento científico.

Las ciencias lógico-matemáticas quedan incluidas en la clasificación de las ciencias, el origen del conocimiento ya no es la experiencia sensorial y la linealidad queda limitada a ciertos niveles de análisis presentándose, en otros, un sistema circular de relaciones.

Así, mientras que las ciencias presentan un sistema lineal de relaciones en el dominio conceptual y en el dominio epistemológico

interno, presentan circularidad en el dominio material y en el dominio epistemológico derivado. Esto excluye todo tipo de reduccionismo.

Por otra parte, Piaget demuestra que todos los objetos de estudio que constituyen el dominio material de las diversas ciencias consiste en una organización de los datos directos de la experiencia; que esta organización significa establecer relaciones, es decir, hacer inferencias puesto que las relaciones no son observables; y estas inferencias son, finalmente, estructuraciones lógicas aplicables a todo contenido. Por lo tanto, el argumento de Weber para defender una dicotomía no se sostiene.

Piaget demuestra que todo conocimiento se construye y que no son diferentes los procesos de construcción involucrados en la conformación de una teoría de contenido social y en una teoría cuyo contenido se refiera a fenómenos naturales. No es posible concebir "dos sujetos cognoscentes" donde uno "conoce" de cierta manera "la realidad natural" y otro "conoce" de otra manera "la realidad social". Para Weber las ciencias de la naturaleza se limitan a describir, mientras que las ciencias de la acción social precisan de explicación y, por tanto, exigen interpretación. Piaget demuestra que lo que Weber sostiene para las ciencias sociales se aplica también a las ciencias naturales. Pero aquí estamos en otro terreno que es el tema de la explicación científica. Como Weber, Piaget rechaza que las generalizaciones inductivas provean explicaciones, lo cual es tan válido para las ciencias físicas como para las sociales. No podemos entrar aquí al análisis de la teoría piagetiana de la explicación científica, sólo remitiremos a dos obras dedicadas a ello: Las explicaciones causales, de Piaget y García y La explicación en las ciencias, serie de conferencias coordinadas por Piaget.

La epistemología genética pone de manifiesto que el desarrollo de los procesos cognitivos, desde los de un niño hasta los de un científico, está determinado por mecanismos comunes de construcción. Estos mecanismos son analizados por Piaget y García en tres rubros: instrumentos, procesos y mecanismos de conjunto. Tanto los instrumentos (asimilación y acomodación) como los procesos (búsqueda de razones) y los mecanismos de conjunto (el paso del nivel intra al inter y de ahí al trans y la equilibración) se presentan en la adquisición de cualquier conocimiento y, por tanto, están involucrados en la adquisición de cualquier contenido nuevo. Sea cual fuera el contenido del que se trate, sea este social o referente a la naturaleza, los procesos de construcción de ese conocimiento son los mismos. De la misma manera, se trate de un científico que investiga cierto fenómeno o se trate de un alumno en la escuela o de un visitante en un museo de ciencias, los mismos mecanismos de construcción son los que intervienen en la construcción de su conocimiento.

Así, las mismas razones que fundamentan la posición epistemológica de Piaget frente a la distinción de las ciencias, ofrecen la fundamentación de por qué la distinción no se sostiene en el caso de la construcción cognitiva que se pretende en el visitante de un museo de ciencias. Los mismos mecanismos de construcción operarán en su visita a la sala de química que en la sala de biología o matemáticas y estos mismos mecanismos operarían en una sala de psicología o sociología si éstas existieran.

Pero, además de no ser necesaria, la distinción entre disciplinas sociales y disciplinas del mundo físico que los museos de ciencia generan, acarrea una serie de consecuencias.

En primer lugar los museos de ciencia, en general, exhiben la aplicación tecnológica de la ciencia y cómo esta tecnología modifica a la sociedad. Y entonces, ¿de dónde sale la ciencia? ¿Sólo se relaciona con la sociedad en tanto la primera modifica a la segunda? ¿qué idea de ciencia se está difundiendo?

El constructivismo de Piaget muestra cómo las ciencias de la naturaleza se desarrollan en ciertos momentos históricos donde prevalece cierta concepción del mundo (denominada marco epistémico) y esta concepción del mundo está dada por el contexto social. El contexto social en el que ocurre cierto desarrollo científico se exhibe generalmente como "dato curioso", como elemento histórico que permite ordenar cronológicamente el desarrollo científico. Pero el contexto social interviene directamente sobre la propia conceptualización y el tipo de teorías que se desarrollan. No profundizaremos en qué sentido intervienen de manera directa, remitimos para ello al capítulo 9 de Psicogénesis e Historia de la ciencia donde Piaget y García desarrollan esta cuestión. Lo que queremos poner de manifiesto es que las disciplinas sociales deberían ser consideradas en los museos de ciencia no sólo como "adorno" de las ciencias físicas. Las ciencias sociales intervienen directamente en la construcción de estas teorías físicas y, además, constituyen un contenido científico en sí.

En segundo lugar se está difundiendo una ciencia producto de la genialidad de ciertos hombres, como un producto y no como un proceso, como un estado de conocimiento constituido por una serie de descubrimientos e inventos. Si las disciplinas sociales solo se exhiben como "adornos", como situaciones que acompañan el desarrollo de la ciencia pero que no intervienen directamente en su formación ni constituyen un contenido científico en sí, resulta complicado lograr que la ciencia no sea vista como algo ajeno, como asunto de los pocos que presentan la genialidad necesaria para hacer ciencia.

En tercer lugar podría argumentarse que, aun cuando la dicotomía no es necesaria, es útil para analizar y enseñar el contenido científico. En la primera sección de la presente tesis expusimos que los museos de ciencia no pueden sustituir a la institución escolar, que no puede pretenderse que el museo funcione como escuela sino que su papel es más bien el de acercar la ciencia

a la gente que no se encuentra directamente relacionada con la producción científica, crear una noción de ciencia donde ésta sea percibida como parte de la cultura y no como algo ajeno, complicado e independiente de los aspectos sociales. Si éstos son los objetivos de la difusión de la ciencia y, en particular de los museos de ciencia, ¿qué sentido tiene mantener esta distinción? ¿No estarán los museos de ciencia luchando para no quedar subordinados al apoyo a la enseñanza formal mientras adquieren los vicios y problemas de ésta?

## **PARTE III- LA INTERACCIÓN EN LOS MUSEOS DE CIENCIA**

## Capítulo 6: Teorías del aprendizaje

### 6.1 Introducción

En una tesis de 1988 para obtener el grado de Maestría en Filosofía, específicamente en el estudio de museos, de la Universidad de Leicester, Inglaterra, una sección especial se refiere a las "exhibiciones participativas", como lo denomina su propia autora Alicia Castillo. El objetivo principal de esta sección, detallado en la introducción de la tesis, es el siguiente:

"Examinar el significado, los problemas y la inutilidad de las llamadas exhibiciones participativas" (Castillo, 1988 p. 4).

La sección de *Exhibiciones participativas* que se incluye en el capítulo de *La naturaleza de las exhibiciones* menciona que "la manera más simple de describir este nuevo tipo de exhibiciones es quizás el decir que éstas pueden ser manipuladas por el público. Sin embargo aquí se encuentra alguna controversia, en determinar cuando y cuándo no una exhibición puede ser nombrada como "participatoria".

Hemos comenzado esta sección mostrando cómo se analiza el término interacción refiriéndose a museos de ciencia para mostrar la superficialidad y poca fundamentación con la que este análisis se realiza. Hemos elegido una tesis como ejemplo puesto que se supondría que un documento de esta naturaleza exigiría una profundidad mayor de análisis que los cortos artículos dedicados a la difusión de la ciencia.

Así, los propios analistas de la difusión de la ciencia confunden interacción con manipulación. Peor aún, desconocen las sólidas bases que fundamentan a este término.

"Diferentes autores han intentado definir estos términos pero no existe un consenso general de la definición precisa de los estos términos ampliamente usados ambiguamente y que significan diferentes cosas" (Castillo 1988, p.26).

particular, la difusión en los museos interactivos, no se pone de manifiesto cuál es esta concepción teórica bajo la cual cierto argumento se sostiene. Como analizamos en un apartado especial de la Parte I, dedicado a la idea de interacción en los museos de ciencia, la idea de acción se reduce a considerar la acción motriz, la manipulación física sobre los equipamientos. Expusimos, también, cómo los museos de ciencia no promueven una interacción sino que sólo permiten una manipulación (que consiste en apretar un botón, observar cierto fenómeno u operar un programa de cómputo básicamente constituido por preguntas de opción múltiple e información estéticamente atractiva).

Esta tercera parte de la tesis pretende profundizar en el concepto de interacción propuesto por la psicología genética. Fundamentaremos por qué no puede discutirse esta cuestión sin referirse a una teoría específica del aprendizaje y argumentaremos en qué sentido los museos, al menos los que fueron analizados para este trabajo, son manipulativos mas no interactivos.

Las teorías del aprendizaje son agrupadas generalmente en teorías conductistas y teorías constructivistas. Ya hemos analizado ambas en la segunda sección de la presente y, como aclaramos entonces, no es nuestro objetivo abarcarlas en su totalidad. Nos limitaremos, en esta sección, a analizar el concepto de acción particularmente en la teoría de Piaget y sus implicaciones.

Para analizar el concepto de interacción en el constructivismo de Piaget nos valdremos de dos comparaciones. En primer lugar defenderemos la teoría de Piaget como única teoría constructivista analizando el constructivismo de Vygotsky<sup>1</sup>. Luego el desarrollo de la psicología genética hará continuas referencias a los planteamientos conductistas.

---

<sup>1</sup> La forma de escribir este nombre varía según la traducción: Vigotskí en portugués, Vigotsky en español, Vygotski en francés y Vygotsky en inglés. Las tres primeras formas son más correctas en cuanto a que respetan la diferenciación de los dos sonidos "i" que presenta el idioma ruso; pero debido a que, por imposición imperialista, la traducción inglesa ha ido ganando terreno, usaré esta última forma de escritura.

## 6.2 Teoría constructivista de Piaget vs constructivismo de Vygotsky

Las teorías del aprendizaje que analizaremos en los siguientes apartados serán, como recién mencionamos, dos: teorías conductistas y la teoría constructivista de Piaget. Quiero aclarar, antes de pasar a dicho análisis, por qué si se habla de teorías conductistas no se emplea el mismo plural en el caso del constructivismo y, en este sentido, por qué no se incluye al constructivismo de Vygotsky. Analicemos, a continuación, las diferencias entre estos dos autores a los que frecuentemente se compara sin considerar el contexto histórico y personal en el que se desarrolla cada una de sus vidas y, por tanto, el alcance y grado de perfeccionamiento teórico que logró realizar cada uno de ellos (o más bien que uno de ellos no alcanzó a realizar).

Piaget y Vygotsky nacen en el mismo año, 1896, pero mientras uno nace en Suiza (Neuchâtes, Cote-aux-Fées), otro nace en Rusia (Bielarus, Orsha) y será testigo de uno de los cambios históricos más radicales y profundos de los últimos tiempos; para 1905 la revolución popular contra el zar acentuaba la crisis social en Rusia.

Mientras que, por el año de 1914, Vygotsky asiste a clases de historia y de filosofía en la Universidad Popular de Shanyavskii, (a pesar de estar inscrito en la carrera de derecho, profesión que nunca ejerció, en la Universidad de Moscú), Piaget está publicando una quincena de artículos producto de sus estudios biológicos.

La vida política en Suiza transcurre sin mayor novedad (los banqueros del mundo deben contar con un lugar "inmune" a las guerras que fuera de la frontera Suiza se están dando), mientras que para 1917 la revolución rusa ha creado el Consejo de los Comisarios del Pueblo presidido por Lenin.

Para 1920, Vygotsky ya conoce de su enfermedad, tuberculosis, que lo matará el 11 de junio de 1934, teniendo sólo 37 años de

edad, y que lo obligó a interrumpir en varias ocasiones su producción intelectual, debiendo ser hospitalizado.

Para entonces Stalin ha asumido el poder tras la muerte de Lenin (1924). Desde 1936, y hasta 1956, las obras de Vygotsky dejan de ser publicadas en la URSS por motivos políticos; su obra mantiene cierto aire sospechoso de idealismo, nada tolerado por el materialismo extremo que se mantuvo durante la dictadura de Stalin. (Si, de acuerdo a esta ideología, lo que no es material debe surgir o "salir" de lo material, lo más adecuado era basar cualquier investigación o suposición en la neurofisiología. La idea de subordinar la psicología a esta neurociencia es contra la que Vygotsky pelea en vida) <sup>2</sup>.

La dominancia del idioma francés está en auge. Vygotsky se ve obligado a leer en otros idiomas. Piaget no se ve obligado a leer el ruso. Vygotsky pudo leer a Piaget pero éste no a Vygotsky, no hasta después de su muerte cuando es traducido al inglés Pensamiento y Lenguaje, libro en el cual Vygotsky critica a Piaget y que al ser traducido Piaget contesta, escribiendo en los comentarios:

"No puede ser más que con pena que un autor descubre, veinticinco años después de su publicación, el trabajo de un colega desaparecido durante ese tiempo, sobre todo si se tiene en cuenta que contenía tantos puntos de interés inmediato para los que podían haber sido discutidos personalmente y en detalle. Aunque mi amigo A. Luria me había mantenido al tanto de la posición simpatizante, y crítica a la vez, de Vygotsky hacia mi obra, nunca pude leer sus escritos o ponerme en contacto con él; y hoy, al leer su libro lo lamento profundamente, ya que de haber sido posible un acercamiento podríamos haber llegado a entendernos sobre una cantidad de puntos" (Piaget en los comentarios de Vygotsky 1934/1985, p.387).

---

<sup>2</sup> La causa desencadenante tuvo que ver con una resolución del Comité Central del Partido Comunista que prohibió la práctica de la 'pedología' (como se conocía al estudio de la infancia en ese entonces), porque el auge de los tests parecía revelar que la mayoría de los niños necesitaban educación especial. Vygotsky no se dedicaba a la aplicación de tests, pero sus trabajos sobre educación especial lo calificaban como 'pedólogo' (Lucien Sève, en el prólogo de Vygotsky, 1985 p.16).

Piaget muere en 1980 tras más de 70 años de producción ininterrumpida (su primera publicación la realiza a la edad de 11 años).

Ante estos hechos, parece poco válido comparar una teoría desarrollada a lo largo de casi 70 años (Piaget) con una serie de artículos dispersos que fueron recopilados y dados a conocer al mundo, después de fallecido su autor (Vygotsky).

Por estas razones, para realizar una comparación entre estos autores, se debería definir, en primer lugar, cuál será el punto de partida que se considerará. Si, por ejemplo, se toma como punto de referencia a Vygotsky, agregando al Piaget de esa misma época, no se considerará la evolución que sufrió la obra de éste último a partir (mas no a raíz) de que Vygotsky la conociera; el mismo Piaget expresa, en los comentarios a la crítica de su obra realizada por Vygotsky en Pensamiento y Lenguaje:

"(...) ...mientras que el libro de Vygotsky apareció en 1934, los trabajos míos que se discuten datan de 1923 y 1924. Al considerar la forma en que podía llevar a cabo tal discusión retrospectiva, he encontrado, sin embargo, una solución a la vez simple e instructiva (por lo menos para mí), o sea, tratar de ver si las críticas de Vygotsky resultan justificadas a la luz de mis trabajos posteriores. La respuesta es tanto afirmativa como negativa; sobre determinados aspectos estoy más de acuerdo con Vygotsky que lo que hubiera estado en 1934, y sobre otros puntos creo que poseo ahora mejores argumentos para responderle." (Piaget en los comentarios de Vygotsky, 1934/1985 p.388).

La diferencia fundamental y más analizada entre Piaget y Vygotsky se refiere al pensamiento y al lenguaje. Nuevamente cabe preguntarse qué consecuencias hubiese tenido un encuentro entre ambos autores o al menos, un conocimiento mutuo más amplio de su obra. Donde más se ocupa Piaget de las primeras etapas de adquisición del lenguaje es en La Formación del Símbolo, libro que no llegó a conocer Vygotsky, pero que, además, escribe habiendo abandonado ya la idea de que el lenguaje era la vía ideal para

estudiar el pensamiento. Vygotsky conoce la versión de Piaget de cuando éste todavía considera al lenguaje como hilo conductor para el estudio del pensamiento. Existen, en la obra de Piaget, 2 trilogías de las cuales sólo la primera pudo haber conocido Vygotsky: Lenguaje y Pensamiento (1923), El Juicio y el Razonamiento en el niño (1924) y La interpretación del mundo en el niño (1926). Piaget numera sus dos primeras obras pensando que prácticamente con la segunda de ellas daba por terminada su estructura teórica; pero ya en el prólogo de la cuarta edición de El Juicio y el Razonamiento en el niño, debe retractarse y admitir la poca simpatía que representan esas obras para el desarrollo posterior que su teoría ha sufrido. En estas obras es en donde Piaget trata de tomar al lenguaje como concepto principal para el entendimiento del desarrollo del pensamiento, donde busca estudiar la lógica por medio del lenguaje.

La segunda trilogía la conforman: El Nacimiento de la Inteligencia en el niño (1936), La construcción de lo real (1937) y La Formación del Símbolo en el niño (1945). Ésta es la obra "corregida" y "reconstruida" de Piaget, y es precisamente ésta la que no alcanza a conocer Vygotsky.

Ambos encuentran la necesidad de comprender la génesis de los procesos de los que se ocupan y ambos muestran una posición interaccionista en lo que respecta a la relación entre el sujeto y el medio, reconociendo que la construcción de los procesos psicológicos no depende meramente de la maduración orgánica ni del medio que actúa sobre los sujetos como entes pasivos, sino que consideran al sujeto activo en su propio desarrollo. A pesar de ello, podemos encontrar una marcada diferencia en el punto de partida que definió la trayectoria intelectual de cada uno de ellos. Piaget se plantea como interrogantes básicas cómo es que se llega a la evidencia lógica, y cómo progresa el conocimiento científico; busca los universales del desarrollo cognitivo, por lo tanto, le interesan poco las diferencias individuales y culturales. Por su parte, Vygotsky parte de la idea del ser humano como

esencialmente histórico y determinado en su desarrollo por su contexto cultural. Esto se refleja en la tendencia epistemológica que subyace a la teoría piagetiana, en contraste a la obra de Vygotsky en la cual no se mencionan aspectos epistemológicos.

Con respecto a las complicaciones para acceder a la "teoría" de Vygotsky, es importante destacar los problemas de traducción a las que ha sido sujeta:

"En Vygotsky, justamente por su énfasis en los procesos socio-históricos, la idea de aprendizaje incluye la interdependencia de los individuos envueltos en el proceso. El término que él utiliza en ruso -obuchenie- significa algo así como 'proceso de enseñanza-aprendizaje', incluyendo siempre a aquél que aprende, aquél que enseña y a la relación entre esas personas. Por la falta de un término equivalente en inglés, la palabra obuchenie ha sido traducida, a veces como enseñanza, a veces como aprendizaje, (...) el concepto en Vygotsky tiene un significado mas amplio, siempre involucrando la interacción social". (Kohl, 1993 p.57)<sup>3</sup>.

Piaget y Vygotsky no sólo difieren en los mecanismos o procesos que intentan explicar. Cuando hablaba de las diferencias en el punto de partida que definió la trayectoria intelectual de cada uno, debí mencionar también contra quiénes se estaba peleando cada uno, a quiénes se oponían. Esto es crucial para entender las diferentes trayectorias intelectuales que antes mencionaba.

Mientras que Vygotsky, materialista y sobre todo defensor del materialismo histórico, se opone a la subordinación de la psicología a la neurofisiología, Piaget se opone a todas las formas del empirismo, en especial al conductismo en psicología y al empirismo lógico en filosofía de la ciencia.

Este punto de partida teórico se confunde muchas veces suponiéndose que para Piaget el medio social y el contexto cultural

---

<sup>3</sup> Cabe mencionar que Marta Kohl conoce el idioma Ruso, y ésta cita permite darse una idea de lo que, si en conceptos fundamentales sucede con las traducciones, puede suceder con términos y conceptos menores.

no tienen ninguna relevancia. Los críticos de Piaget sostienen que es "antinaural" describir el desarrollo cognoscitivo solamente por factores internos del sujeto, en la medida en que el desarrollo se inscribe en un medio social marcado histórica y culturalmente. Comentando estas críticas el psicólogo francés que participó en la Escuela de Ginebra, Pierre Greco, señala lo siguiente:

"Conocemos la respuesta de Piaget que no contesta que haya en el desarrollo del niño una intervención del medio social pero estima que si esas importaciones son asimiladas por el sujeto, no sólo a su repertorio sino también a organizaciones existentes a las cuales se integran, entonces hay que definir las condiciones de asimilación, lo que remite nuevamente a estructuras" (en Archives de Psychologie, Geneve 1984).

Incluso el mismo Piaget, en Psicología del niño, escribe:

"Por una parte, la socialización es una estructuración a la que el individuo no sólo contribuye, sino que también recibe de ella (...) Por otra parte (...) la acción social es ineficaz sin una asimilación activa del niño, lo que supone instrumentos operatorios adecuados" (Piaget, 1969/1984 p.155)

Piaget no niega, como muchos críticos suponen, la importancia o la influencia que tiene el medio social en el desarrollo; acepta el hecho innegable de que este desarrollo se encuentra inserto en un medio social marcado histórica y culturalmente. Pero si esta intervención del medio social debe ser asimilada por el sujeto a las organizaciones existentes a las cuales se integran, es éste mecanismo de asimilación el que debe estudiarse y no el medio social en sí, puesto que éste sólo determina el desarrollo del individuo en tanto sea asimilable por él.

Las diferencias entre Piaget y Vygotsky son tan grandes o tan pequeñas como se quieran ver, o más bien, dependen del punto de vista desde el que se analicen. Así, partiendo de alguno de estos dos autores, las diferencias con el otro parecen ser grandes, o al menos mayores que si se les compara desde un punto de vista

conductista. Aunque mi caso no es éste último, creo que tales diferencias no son muchas, o al menos no tan profundas, y menos aún si a cada uno de los autores no se le aparta del contexto histórico-cultural que he tratado de plasmar brevemente aquí. Lo que sí considero es que mientras uno alcanza a formular una teoría estructurada, otro sólo alcanza a esbozar lo que, de haberse desarrollado, seguramente constituiría una de las teorías constructivistas.

Pero analicemos uno de los componentes sustanciales en el desarrollo teórico de cada uno de estos autores que, además, nos introducirá al tema de la acción como generadora del conocimiento en el constructivismo: la asimilación.

### **6.3 Internalización vs interiorización**

En la teoría de Piaget, el término interiorización tiene gran importancia, apareciendo para caracterizar los siguientes conceptos, de la siguiente forma:

"Las imágenes mentales (...) resultan de una imitación interiorizada" (Piaget, 1969/1984 p. 75).

"Designaremos operaciones a las acciones interiorizadas o interiorizables, reversibles y coordinadas en estructuras totales" (Piaget, 1969/1984 p.100).

En Vygotsky el término internalización es también un elemento central en el desarrollo de sus preceptos:

"Llamamos internalización a la reconstrucción interna de una operación externa" (Vygotsky, 1978 p.92).

"El proceso de internalización consiste en una serie de transformaciones: a) Una operación que inicialmente representa una actividad externa se reconstruye y comienza a suceder internamente, (...)" (Vygotsky, 1978 p. 93).

"La internalización de las formas culturales de conducta implica la reconstrucción de la actividad psicológica ..."  
(Vygotsky, 1978 p.94).

Ambos conciben la internalización como un proceso donde ciertos aspectos de la estructura de la actividad que se ha realizado en un plano externo pasan a ejecutarse en un plano interno. El problema que se plantea entonces es el siguiente: ¿La internalización de Vygotsky y la interiorización de Piaget designan procesos similares?

La cuestión recién señalada nos conduce a la problemática de qué es lo que se internaliza para Vygotsky y qué es lo que se interioriza para Piaget. Para el segundo, lo que se interioriza son los esquemas más generales y generalizables de la acción (acción designada por un verbo), los esquemas más generales de acción que ya han sido repetidos una y otra vez. En cambio para Vygotsky, lo que parece internalizarse es el producto de la interacción social, en un proceso interpersonal. A pesar de esta diferencia me parece comprender que ese producto de la interacción social que se internaliza para Vygotsky parte de la acción, de la acción de la cultura sobre el sujeto o incluso, de la acción del sujeto sobre la cultura; sin esta interacción social no habría formación simbólica posible, los signos no tendrían un intérprete que estableciera una función, primero a nivel social, para más tarde internalizarla. Quizás, entonces, Vygotsky hubiese podido concluir, como lo hizo Piaget, si hubiera revisado y tal vez reformulado sus conceptos básicos, que la explicación de las funciones superiores gira en torno a la acción más que a la formación simbólica, que más que el significado que otros le asignen a los actos del sujeto, lo esencial en la representación mental es este acto realizado por el sujeto. Pero aun pasando todo este hecho por alto, lo que aquí más me interesa tratar es el proceso por medio del cual "algo", se internaliza o interioriza (sin importar ya qué es ese algo), en

otras palabras, si tanto la internalización de Vygotsky como la interiorización de Piaget designan procesos similares.

Para ambos, las funciones superiores se originan en un proceso activo por parte del sujeto, o al menos eso aparentan plantear ambos en un principio.

La internalización, entonces, no es una mera copia de aquello que se internaliza sino que implica una acción deformante por parte del sujeto.

Piaget explica el mecanismo de interiorización por medio de la asimilación, siendo interiorizable únicamente aquello que es asimilable para el sujeto. Entonces, el papel activo del sujeto queda claro en cuanto a que, primero, es por medio de esta acción que se construye el conocimiento y, segundo, sólo es susceptible de interiorización aquello que es asimilable por parte del sujeto.

Por su parte, Vygotsky no describe el mecanismo por medio del cual aquello constituido externamente se interioriza. Es válido preguntarse entonces en dónde queda el papel activo que le atribuye al sujeto, ya que, a) no es por medio de la acción como se construye para él el conocimiento, sino, en todo caso, por la interpretación o asignación de significado a esa acción pero efectuada por el medio social, y b) como ya mencionamos, estos medios simbólicos se constituyen culturalmente, no los construye activamente el sujeto.

Creo que a Vygotsky le faltó el tiempo necesario para llegar a caracterizar adecuadamente el mecanismo psicológico de interiorización y, en ese contexto, Piaget sí describe minuciosamente el proceso de asimilación y deja muy clara la contribución del sujeto en la construcción de sus propios conocimientos.

Aunque Piaget y Vygotsky están fundamentalmente de acuerdo en cuanto a que las estructuras internas no son una mera copia de la realidad externa, existe para ambos un proceso por el cual esta realidad se internaliza, se interioriza; pero Piaget describe este

proceso; Vygotsky, por el contrario, no lo hace; reconoce, tal como menciona Marta Kohl, que "el proceso por el cual el individuo internaliza la materia prima formada por la cultura no es pues, un proceso de absorción pasiva, sino de transformación, de síntesis", pero no alcanza, no le alcanza la vida, para especificar tal proceso.

No basta entonces mencionar que "la internalización es la reconstrucción interna de una operación externa" (Vygotsky, 1978 p.92), o que "el proceso de internalización consiste en una serie de transformaciones" en las que "una operación que inicialmente representa una actividad externa se reconstruye y comienza a suceder internamente". No basta con hacer hincapié una y otra vez en que "la transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos". Cuando no se explica esta prolongada serie de sucesos evolutivos, cuando no se pone en claro cómo ocurre este proceso de internalización, es el papel del sujeto el que queda sometido a cuestionamiento.

Si no se explica claramente el mecanismo de internalización, no queda claro en qué sentido este mecanismo no es una mera copia de aquello que se internaliza. Marta Kohl señala también que:

"...primeramente el individuo realiza acciones externas, que serán interpretadas por las personas a su alrededor, de acuerdo con los significados culturalmente establecidos. Es a partir de esa interpretación que será posible para el individuo atribuir significados internos que puedan ser interpretados por él mismo a partir de los mecanismos establecidos por el grupo cultural (...)." (Kohl, 1993 p.39).

Si los significados internos son posibles gracias a la interpretación social, aun cuando se interpretan las acciones del sujeto, si estos significados están culturalmente establecidos, si los propios significados del individuo pueden ser explicados por el grupo cultural, ¿qué función realiza el sujeto en la construcción de su propio conocimiento?

Para Piaget el sujeto es activo desde que es en la acción donde se genera el conocimiento. Si para Vygotsky no es en la acción, sino en la interpretación social de la acción donde se da el conocimiento, ¿no parece ser más pasivo que activo el individuo ante el medio? Al oponerse claramente al conductismo, Vygotsky propone el mecanismo de internalización, donde, como ya hemos mencionado, éste no es un proceso de absorción pasiva, sino de transformación (es decir, deformante como en la asimilación de Piaget); el problema nuevamente es en qué consiste esta interiorización que vuelve activo al sujeto. El papel activo del sujeto quedaría entonces establecido sólo al explicar el mecanismo de la internalización. Volvemos entonces al problema planteado anteriormente: ¿describe esta internalización procesos similares en Piaget y en Vygotsky?

Si "el proceso de internalización (es considerado) como la utilización de sistemas simbólicos" (Kohl, 1993 p.34), y los sistemas simbólicos los establece el medio social, ¿el papel del sujeto es solamente la utilización de estos sistemas definidos culturalmente?

Así pues, si a Piaget se le puede criticar por realizar "(...) un trabajo minucioso desde el punto de vista tanto teórico como empírico con respecto a la contribución del sujeto en sus intercambios con el medio en detrimento del estudio del papel del medio en la estructuración de las conductas del sujeto" (Banks, 1991 p.32), ya que, en efecto, el papel activo del sujeto ha sido enfatizado y frecuentemente estudiado y no se observan, en cambio suficientes trabajos sobre la contribución del medio en la formación de conocimiento, a Vygotsky se le puede criticar de la misma forma el poco énfasis, o más bien, la falta de explicación en lo que respecta al papel activo del sujeto, depositando en el medio social excesiva responsabilidad en las funciones superiores, realizando hipótesis tan fuertes como "Todas las funciones superiores se originan como relaciones entre seres humanos" (Vygotsky, 1978 p. 94), hipótesis que no llega a fundamentar ni a demostrar como sí lo hace Piaget con sus afirmaciones.

Muchas más preguntas quedan abiertas a un Vygotsky que ya no podrá responderlas. Aun autores vygotskianos como Luci Banks reconocen que:

"permanece vigente el realizar un estudio a profundidad del papel tanto del sujeto como de los mecanismos y procesos que acentúan en los niveles interpsicológico, intrapsicológico y el pasaje entre estos dos planos" (Banks 1991,p.30)

El mismo Vygotsky escribe: "Hasta aquí se conoce el perfil más escueto de este proceso (de internalización)" (Vygotsky 1978 p.98). Y el hasta aquí de Vygotsky no se modificó. Su muerte fue demasiado prematura, sus conceptos demasiado poco trabajados, sus procesos y mecanismos muy escuetamente definidos. Vygotsky abre caminos, sugiere soluciones, enfatiza la necesidad de estudiar la cultura y el medio social para entender los procesos psicológicos complejos, pero nos deja un cuadro apenas esbozado, una teoría que apenas comenzaba a plantearse, que a penas comenzaba a tomar forma.

No se trata de una competencia donde se espera un perdedor y un triunfador, se trata de comprender cada vez más y más a fondo los procesos de adquisición del conocimiento, el surgimiento de las funciones psicológicas superiores, el papel de la educación, etc.

Vygotsky fue un pionero que comenzó a llenar un hueco en lo que respecta al papel que juega la cultura en la formación de las funciones superiores; otra habría sido la historia si hubiese vivido más tiempo, otra quizá habría sido su teoría si hubiera conocido a Piaget o al menos si hubiera conocido su obra posterior. Es innegable la genialidad de estos dos personajes y la influencia que ejercieron sobre la psicología (además de sobre otras disciplinas); también son innegables las enormes limitaciones que presenta, por todo lo que hemos discutido aquí, la teoría de Vygotsky.

## 6.4 El papel de la experiencia: teoría constructivista vs teoría conductista

Aclarada la cuestión de por qué se considerará a la teoría de Piaget como la teoría constructivista, pasemos a analizar las diferencias fundamentales entre ésta y las teorías conductistas. Recordemos que, en el punto 4.4 de la parte II de esta tesis, fundamentamos por qué las teorías cognoscitivas no ofrecen una alternativa al esquema general de explicación estímulo-respuesta que sostiene el conductismo.

Mientras que las teorías conductistas del aprendizaje derivan de una postura empirista, el constructivismo deriva de la epistemología genética. Tanto del conductismo como de la psicología genética hemos dado cuenta en capítulos anteriores y hemos profundizado en aspectos centrales del empirismo y de la epistemología genética. Aquí intentaremos confrontarlas en la manera de considerar el papel de la experiencia de cada una considera en la adquisición del conocimiento, lo que nos conducirá a comparar el concepto de acción que cada una sostiene.

"Las teorías psicológicas de tipo conductista consideran que el aprendizaje es un proceso dirigido `desde afuera', por la acción de los adultos sobre el niño. De tal manera que los hechos cotidianos, por ser los más repetidos y aquellos con los que el niño tiene un contacto más frecuente, serán los que se conozcan antes y mejor; de la misma manera el niño adquirirá antes y mejor aquellas conductas que sean reforzadas por los adultos que lo rodean. Para Piaget la explicación no termina ahí. En realidad, apenas comienza con esas consideraciones." (Ferreiro, 1971 p.94).

Piaget no se limita a describir el tipo de condiciones que propician el aprendizaje; Piaget introduce un factor explicativo, concepto básico de su teoría, que da cuenta de la naturaleza del proceso de aprendizaje: *la asimilación*.

En la parte II de la presente tesis ya hemos analizado este concepto fundamental del constructivismo piagetiano. Tratemos entonces, ahora, sus implicaciones directas en la concepción de aprendizaje.

La acción del medio (llámese estímulo, escuela, padres o educación en general) no puede ser, como pretende el conductismo, el factor único que determine el aprendizaje. Y no puede serlo porque, por ejemplo, nadie enseña al niño que la cantidad de materia se conserva aunque la forma del objeto se modifique (ejemplo que utilizamos en el punto 4.5 de la parte II). Antes de Piaget ni siquiera se planteaba el problema de que el niño no admitiera algo tan obvio. Más aún, si un adulto intentara convencer, valiéndose de todas las experiencias y argumentos posibles, de la conservación de materia a un niño que aún no construye tal noción, a lo sumo lograría que el niño "emitiera la respuesta correcta", pero no modificaría su concepción. Las nociones de conservación no son concepciones aisladas, son consecuencia de sistemas diferentes de pensamiento y responden a la lógica que el niño es capaz de manejar en cierta etapa del desarrollo.

El niño no puede llegar a conocer sino aquello que es capaz de asimilar a esquemas anteriores. Ya hemos mencionado que tales esquemas son, en el comienzo del desarrollo, esquemas de acción que se irán coordinando a medida que el conocimiento progresa. Cuando un bebé, en sus primeros años de vida, succiona un objeto, la succión funciona como un esquema aislado de acción. La prehensión también constituye, en esta etapa del desarrollo, un esquema de acción aislado y, por tanto, determinarán dos modos de conocimiento diferentes (nada garantiza que el objeto chupado sea, para el niño, el mismo que el objeto que toca después). Los esquemas de acción luego se coordinan pudiendo constituir cualidades simultáneas de un mismo objeto. Así, los primeros esquemas de acción constituyen una primera "clasificación" del mundo y, como hemos explicado anteriormente, constituyen una organización lógica que determinará la estructuración de los nuevos observables.

Uno de los ejemplos más claros presentados por Piaget, aclarará la cuestión del papel de la experiencia en el conocimiento. Se presenta al niño una botella con líquido y se le hace anticipar la posición del líquido ante modificaciones de la botella. Hacia los 4 años el niño anticipa esta posición dibujando sólo una mancha en el interior del recipiente (mancha que representa el contenido líquido). Hacia los 5-7 años el niño anticipa que el líquido permanecerá paralelo al fondo de la botella, aún cuando la botella no mantenga su fondo paralelo al suelo.

La experiencia de botellas con líquidos en diferentes posiciones se encuentra cotidianamente en la vida del niño, es una experiencia que se repite varias veces por día a lo largo de los años. La explicación que Piaget ofrece es la siguiente: para poder registrar un dato, es necesario poseer instrumentos adecuados de registro. Para poder llegar a anticipar la horizontalidad del líquido con respecto al suelo, sea cual sea la posición de la botella, el niño necesita buscar un sistema externo de referencia, un sistema inmóvil "fuera" del recipiente. Este esfuerzo de coordinación, donde la estructuración lógica juega un papel fundamental tal y como lo hemos explicado anteriormente, no puede ser explicada solamente por la experiencia sensorial.

Pero frecuentemente se juzga a Piaget de maduracionista, malinterpretando el resultado de sus experiencias y concluyendo que el niño llega a concluir, por ejemplo las nociones de conservación, cuando llega a determinada etapa del desarrollo gracias a la maduración del sistema nervioso. Así como Piaget se opone a considerar a la experiencia como factor único que determina el conocimiento, también se opone a considerar que el punto de partida es el sujeto, que el sujeto "crea" al objeto a partir de cierto momento de la evolución. Ni el punto de partida es el sujeto, ni el punto de partida es el objeto impuesto por la experiencia sensorial.

"La inteligencia no comienza ni por el conocimiento del yo ni por el de las cosas en cuanto tales, sino por el de su interacción, y orientándose simultáneamente hacia los dos polos de esta interacción, la inteligencia organiza al mundo, organizándose a sí misma" (Piaget, 1937).

## **Capítulo 7:**

### **La acción como generadora de conocimiento**

#### **7.1 Consideraciones preliminares**

Antes de continuar con el desarrollo de la teoría constructivista del aprendizaje, debemos primero dejar en claro una cuestión central: los avances logrados por la teoría del conocimiento y por la psicología de la inteligencia permiten reconsiderar el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que modifican la noción misma de aprendizaje; sin embargo, estos avances no constituyen un conjunto de conocimientos de los cuales se puedan extraer deductivamente una serie de principios directamente traducibles en procedimientos de enseñanza. Lo que estos avances, en particular la psicología genética, sí permiten es reformular el problema para abordarlo desde una base sólida que contribuya a reorientar la investigación pedagógica. Es la investigación pedagógica la que debe ofrecer las soluciones directas a la enseñanza de la ciencia, de la misma manera que la necesaria investigación que debe comenzar a realizarse en la difusión de la ciencia debe ofrecer soluciones específicas.

La crítica realizada a la teoría piagetiana ha estado plagada de confusiones y de generalizaciones apresuradas, sobre todo en lo concerniente a su aplicación pedagógica. **Paradójicamente, si pretendemos ahondar aquí sobre sus posibles aplicaciones en la difusión, debemos luchar primero contra los problemas de la difusión de esta teoría.**

Se conocen bien los estadios propuestos por Piaget, pero el conocimiento de su teoría se ha limitado a las experiencias que se desarrollaron en la Escuela de Ginebra. Pocos son los que han

realizado el enorme esfuerzo intelectual que significa adentrarse en el cuerpo teórico que sirve de fundamento a tales experiencias.

"Cuando a principios de siglo se produce la gran revolución en la física, desencadenada por la relatividad y la mecánica cuántica, se presentaron situaciones análogas. Durante años, los físicos -excepto aquéllos que estaban activamente trabajando en la línea de vanguardia de la nueva física- se limitaron, en sus cursos y en sus textos, a describir las experiencias que servían de base a las nuevas concepciones, pero en un lenguaje que demostraba a las claras que seguían pensando dentro del marco de la física newtoniana" (García, R., 1982 p.35).

Las consideraciones que en la presente sección hemos realizado con respecto a la noción de interacción en la construcción del conocimiento, sólo han sido posibles a partir del desarrollo de la epistemología genética y de la psicogénesis como su instrumento de experimentación. El constructivismo de Piaget es una teoría completa del conocimiento y no puede abordarse como elementos aislados de útil aplicación pedagógica (o de difusión, que es lo que aquí tratamos).

## **7.2 La acción en la teoría psicogenética como generadora de conocimiento**

La noción de interacción no es exclusiva de una concepción constructivista del aprendizaje. Cualquiera que sea la teoría del aprendizaje que se considere, la interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento juega un papel central en la adquisición del conocimiento. En el caso del conductismo, por ejemplo, se considera explícitamente que el conocimiento surge de la experiencia. ¿Dónde se diferencian entonces las distintas concepciones sobre la adquisición del conocimiento? Para contestar esta interrogante no tenemos que referirnos al concepto mismo de acción sino a los mecanismos de interacción.

Tomemos como ejemplo la noción de peso. Para el conductismo, el concepto de peso es adquirido en la acción directa con los objetos (manipulándolos, sopesándolos, comparándolos con objetos de distinto peso). Pero es la psicología genética la que demuestra que la idea de peso no se adquiere sopesando objetos, ni la idea de elasticidad estirando resortes ni la idea de rigidez de un cuerpo indeformable a través del fracaso de los intentos por deformarlo. La génesis del conocimiento no está, como mencionamos en el capítulo anterior, en la acción directa sobre los objetos. El niño que adquiere la noción de peso, y que atraviesa por diversas etapas para adquirir este concepto, no "lee" una experiencia como un simple acto de copia. Las "lecturas" son el producto de asimilaciones a esquemas del sujeto. Un "observable" no se aprehende directamente, sino que "se torna observable" cuando se tienen los instrumentos de asimilación adecuados. ¿Cuál es el papel de la acción, entonces, en la construcción del conocimiento? Intentemos sintetizar la respuesta:

1. El niño sólo puede observar lo que le permiten asimilar los instrumentos que ya han sido construidos. Asimilar es incorporar a esquemas (de acción o conceptuales) preexistentes o coordinar dos o más esquemas.
2. Los esquemas preexistentes fueron construidos. En esa construcción la acción del sujeto sobre los objetos juega un papel fundamental.
3. La acción directa (la manipulación motriz de los objetos) no hace surgir los instrumentos de asimilación necesarios para esa experiencia. Pero, y esto es muy importante, puede favorecer su formación o acelerarla.

### **7.3 Interacción vs manipulación**

La acción que el sujeto realiza sobre los objetos de conocimiento en el proceso de interacción que da lugar a la construcción del conocimiento, ha sido frecuentemente confundida con la acción motriz y, en este sentido, con la manipulación de objetos físicos.

"Hay dos tipos de experiencia: a) la experiencia física, que consiste en actuar sobre los objetos para abstraer sus propiedades (p.ej. comparar dos pesos independientemente de sus volúmenes); b) la experiencia lógico-matemática, que consiste en actuar sobre los objetos, pero con la finalidad de conocer el resultado de la coordinación de las acciones (p.ej. cuando el niño de 5-6 años descubre empíricamente que la suma de un conjunto es independiente del orden espacial de los elementos o de su enumeración). En este último caso, el conocimiento es abstraído de la acción y no de los objetos... Ahora bien: toda esta obra demuestra, una vez más, que la elaboración de las estructuras lógico-matemáticas precede al conocimiento físico (...). Y las estructuras lógico matemáticas se deben a la coordinación de las acciones del sujeto y no a las presiones del objeto físico" (Piaget, 1969/1984 p. 153-154).

La acción, ya sea material, internalizada o de tipo social, involucra una transformación del objeto (no sólo una transformación física sino también conceptual), y una transformación del sujeto, ya sea ampliando el dominio de sus esquemas o modificándolos.

### **7.4 Aplicaciones de la noción de acción propuesta por la psicología genética**

Las aplicaciones pedagógicas en torno a esta concepción de "acción" son peligrosas. Generalmente se limitan a considerar lo siguiente:

No deben enseñarse situaciones, fenómenos o procesos que no tengan en cuenta "la etapa" de desarrollo cognoscitivo del niño y, por lo tanto, su posibilidad de asimilar la experiencia. En este sentido suele consultarse a Piaget para saber en qué año escolar

hay que poner tal o cual contenido. La originalidad de los estadios planteados por Piaget suelen así confundirse con la banalidad de las edades promedio.

"Piaget gustaba repetir: *Todo aquello que se enseña al niño, se impide que lo invente*. No porque cada niño vaya a re-inventar el metro patrón, o la serie de los números, o el alfabeto, sino porque no hay manera de apropiarse de un conocimiento sin comprender su modo de construcción, es decir, sin re-construirlo" (Ferreiro, 1985 p. 10).

La teoría de Piaget no constituye en modo alguno una pedagogía:

"El problema de la educación me interesa sobremanera, porque tengo la impresión de que hay muchísimo que reformar y que transformar, pero pienso que el rol del psicólogo es, antes que nada, mostrar los hechos que el pedagogo puede utilizar y no ponerse en su lugar para darle consejos. Corresponde al pedagogo ver cómo puede utilizar lo que el psicólogo le ofrece" (Piaget, por Ferreiro, 1985 p.11).

Las repercusiones de la psicología genética en la educación son muy relevantes desde que redefine la noción misma de aprendizaje, pero las aplicaciones pedagógicas exigen más que una simple extrapolación de las conclusiones de la teoría de Piaget. Ferreiro ejemplifica este hecho de la siguiente manera:

"...un sistema educativo es un producto social y, como tal, responde a una serie de racionalidades y de solicitudes que sobrepasan en mucho el dominio de lo psicológico. Es previsible que, en muchos casos, lo que podría parecer razonable desde el punto de vista de la psicogénesis resulte contradictorio con otros requerimientos. Un ejemplo banal: comprender la historia patria supone -entre muchas otras cosas- poder ordenar en el tiempo ciertos sucesos históricos y comprender las relaciones de duración entre dos intervalos cualesquiera. Esto es prácticamente imposible para el promedio de los niños de 6 ó 7 años. Por estas dificultades, todos los hombres del pasado histórico les resultan contemporáneos (Hidalgo con Zapata, etc.) Peor aún, no es extraño encontrar niños que piensan que Colón es posterior a Hidalgo, ya que el 16 de septiembre es "antes" que el 12 de octubre. Nadie se atrevería, sin embargo, a pedirle a la escuela que anule los festejos patrios o los reserve solamente para aquellos niños que tengan ya bien organizadas las relaciones temporales" (Ferreiro 1985 p.12).

## 7.4 Conclusiones del capítulo

En lugar de las aplicaciones distorsionadoras que acabamos de mencionar, Piaget nos propone otra cosa.

"Lo que nos propone Piaget es otra cosa (y no todas las aplicaciones distorsionadoras que mencionamos en el apartado anterior): es una revolución conceptual tan difícil de hacer como el pasaje de la teoría del movimiento de Aristóteles a la de Newton; tan dolorosa como cualquier revolución. Podemos aceptarla o rechazarla, pero no tenemos el derecho de minimizarla ni de caricaturizarla" (Ferreiro 1985 p.12-13).

Hemos puesto de manifiesto cómo el término interacción sólo adquiere significado si se fundamenta en una teoría del aprendizaje. Y el aprendizaje, ya lo hemos dicho, no puede considerarse, a partir de la psicología genética de Jean Piaget, de manera simplificada como la adquisición de contenidos escolares. De hecho nos hemos prácticamente referido a la escuela para no dar pie a tal confusión. Los argumentos sostenidos por los que se declaran en contra de la difusión como medio de enseñanza no formal muestran cómo la noción de aprendizaje queda generalmente limitada al aprendizaje escolar. Concluimos el apartado de la primera parte de esta tesis dedicado a esta cuestión argumentando que, se considere o no a la difusión como medio de enseñanza, tanto en la difusión como en la enseñanza se pretende que alguien aprenda algo. Aquí hemos fundamentado tal aseveración.

*Las mismas consideraciones que enfatizamos como necesarias para la aplicación pedagógica de la psicología genética, son válidas para su aplicación a la difusión. Hemos repetido frecuentemente a lo largo de la tesis la necesaria investigación que debe realizarse en la difusión para poder realizar tales aplicaciones.*

**PARTE IV: PROPUESTA TEMÁTICA PARA UN MUSEO  
*INTERACTIVO* DE CIENCIAS**

## Capítulo 8: Consideraciones preliminares

### 8.1 Planeación y diseño de exposiciones

El VII Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, organizado por SOMEDICYT en la ciudad de Puebla en noviembre de 1997, estuvo dedicado a los museos de ciencia. En éste se presentó una mesa redonda que llevó el mismo título del presente apartado. Nos basaremos en las presentaciones de dicha mesa para desarrollar lo que sigue.

Los pasos que se reconocen en la planeación y diseño de una exposición (módulo, equipamiento, etc.) de un museo de ciencias son los siguientes (de acuerdo a la participación de M.C. Jennie Becerra, UNAM):

1. GUIÓN CONCEPTUAL. Donde se define el tema a exhibir y, dentro de éste, los fenómenos y procesos más relevantes para los objetivos que se persiguen. El definir los objetivos y el alcance de la exposición es fundamental en este primer paso. Además, consiste en recabar la información necesaria aunque no sea aún detallada.
2. PLANEACIÓN: Se debe realizar a continuación un estudio del público potencial, de sus intereses en cuanto al tema, de sus conocimientos previos, de sus expectativas y "modelos intuitivos" con los que opera. Se realiza un análisis del contenido del guión. De los resultados obtenidos en esta segunda fase se desprenden recomendaciones didácticas (p.ej. cómo no desvirtuar el concepto científico inicial a la hora de llevar a la práctica el guión conceptual).

---

<sup>1</sup> Los textos encomillados en el presente apartado fueron tomados de las transcripciones realizadas con base en la grabación de las participaciones en el congreso antes citado.

3. DISEÑO: Esta etapa consiste en trasladar el guión conceptual al guión museográfico. Factores como espacio, tiempo y costo intervienen en el diseño de la exposición que se busca sea "atractiva, novedosa, interesante y adecuada desde el punto de vista científico".

4. EVALUACIÓN: La evaluación debe realizarse constantemente en todo el proceso de planeación y diseño. Deben realizarse prototipos para ser sometidos al público antes de realizar la exposición en sí. Esta etapa termina cuando se comienzan a elaborar los planos constructivos. Además de la evaluación continua a lo largo de todo el diseño, se realiza una evaluación final una vez que la exposición ha sido abierta al público. Esta evaluación final "es cualitativa y cuantitativa y tiene el fin de conocer qué tan bien se cumplieron los objetivos propuestos".

La fase del guión conceptual, así como buena parte de la de planeación son fases teóricas. Esta fase teórica (guión conceptual y parte de planeación) es la base sobre la cual se elaborará la exposición. La Dra. Julia Tagüeña (UNAM) dedicó su participación a esta fase teórica poniendo de manifiesto su importancia fundamental y advirtiendo que, aún cuando la elaboración del guión conceptual constituye la primera etapa del diseño de una exposición, esta primera versión del guión va sufriendo modificaciones a lo largo de todo el proceso.

La Biól. María C. Guerra (UNAM) también enfatizó la importancia de esta fase teórica. Expuso que la etapa de planeación se puede dividir en dos aspectos:

1. El análisis del público, ya que para poder desarrollar una exposición debemos saber a quién se la vamos a dirigir. "No podemos dirigir ningún acto de comunicación o de divulgación a un público que no conocemos, que no sabemos cuánto lee, si le gusta leer, si prefiere usar computadoras, si le gusta interactuar con equipos mecánicos. Tenemos que saber cuáles son sus ideas con respecto al tema que se les va a presentar, cuál es su conocimiento de lo que

queremos presentar, porque en base a esto ellos interpretan la información que les vamos a transmitir".

2. El análisis de contenido. "El desarrollo del guión conceptual es importantísimo, es la base de cualquier exposición y sin él no se puede desarrollar todo lo que queremos. Un error que se comete muchas veces al hacer las exposiciones es tener que decir demasiado, siempre hay cosas importantísimas que son esenciales para comprender lo que uno quiere. Y por eso se tiene que analizar el guión conceptual y decidir qué es lo más importante, cuáles son los conceptos esenciales para que se entienda el mensaje, y cuáles son conceptos que sí lo enriquecen, que lo hacen mucho más concreto, pero que podrían, si no hay espacio, tiempo o recursos dejarse un poco a un lado, teniendo en cuenta que el público no tiene la capacidad o las ganas de hacer recorridos interminables".

María C. Guerra puso de manifiesto que este armazón inicial (refiriéndose a la fase teórica) permite reconocer y replantear los objetivos, los mensajes, el contenido científico y la profundidad de análisis de acuerdo al público meta con el fin de poder realizar un planteamiento didáctico. "Así lo que debería ser primero en cualquier diseño de una exposición es reconocer los objetivos y mensajes que se quieren transmitir, el contenido de la misma, pero también el público, cuáles son sus características, sus ideas previas, cómo va a interpretar los conceptos que queremos mostrarles. Debe saberse cuáles son las posibilidades y restricciones de los diferentes medios".

Sólo una vez que la etapa teórica ha sido planteada se puede iniciar la discusión de cómo presentar de la mejor manera la información que se pretende dar a conocer. Esta etapa teórica sufre continuas modificaciones ya que, una vez realizados los diseños básicos de los contenidos (cédulas, equipos, diagramas, etc.), se tienen que poner a prueba con el público, lo cual ofrece la posibilidad de realizar cambios antes de tener el producto terminado.

## 8.2 La elaboración técnica de una exposición

En el mismo congreso antes citado el Mtr. Manuel González Casanova (UNAM) ofreció una conferencia plenaria titulada *Demostración de nuevas tecnologías para museos de ciencias*. Presentaremos, a continuación, ciertos aspectos de su participación relevantes para el presente trabajo.

Manuel González trabaja en el gabinete de cómputo del *Museo de Ciencias Universum*. El gabinete trabaja, principalmente, en la elaboración de gráficos por computadora, en la comunicación visual y en recursos visuales.

"Uno de los usos más claros dentro de las gráficas por computadora es que nos permite simular cosas que de ninguna otra manera se podría conocer; la computadora nos permite mostrar cosas que no podríamos mostrar de ninguna otra manera para enseñar ciencia o para la divulgación de la ciencia", señaló González Casanova en su conferencia, pero puso de manifiesto también que "cada uno de los diferentes medios que componen la divulgación de la ciencia tiene su lenguaje y sus características específicas para comunicar algo de la mejor manera posible; hay que entender cuál es el medio más adecuado para transmitir qué mensaje".

El producto más logrado tecnológicamente para museos de ciencia es el multimedia. El gabinete de Manuel González Casanova ha desarrollado más de 40 multimedios distintos para el *Universum*, para el *Museo de la Luz* y el *Museo de Geología*.

Ante las preguntas del público, donde muchos estaban interesados en adquirir los multimedios desarrollados por González Casanova, éste advirtió que "nuestros equipos multimedia, al estar insertos dentro de un guión museográfico, solamente mencionan lo

que le falta a otra área. Algunos de los multimedios no están completos (como para tomarlos y ponerlos en cualquier lado) porque fuera de contexto están fuera de lugar y se pierden totalmente".

Manuel González Casanova expuso el desarrollo de varios equipamientos realizados para ser expuestos en *Universum*, el *Museo de la Luz* y la sala "Sistema Tierra" del *Museo de Geología* (todos ellos de la UNAM). En todos sus ejemplos el diseño fue realizado conjuntamente con los científicos encargados de las diferentes áreas dentro de cada museo. Si él no tuviera claro el objetivo que el equipamiento pretende alcanzar, si el científico no le proporcionara los elementos teóricos sobre las informaciones más relevantes, qué aspectos se prestan a confusión, etc., no podría llevarse a cabo la ejecución del diseño.

Así, los propios ingenieros y profesionales que se dedican a la elaboración física de un equipamiento reconocen la importancia de la etapa teórica previa a esta construcción. Pero, además de reconocerse, esta necesidad teórica debería de ser llevada a la práctica. *Del dicho al hecho hay mucho trecho*; o, como dicen en Brasil: *En la práctica la teoría es otra*.

### **8.3 Alcances y limitaciones de la presente propuesta**

La propuesta que desarrollaremos en los siguientes capítulos de la presente sección pretende:

1. Exponer los aspectos más relevantes que deben tomarse en cuenta en la planeación teórica de un museo interactivo de ciencias.

2. Ofrecer las cuestiones que, a partir del análisis realizado en el presente trabajo, deben replantearse a fin de lograr la anhelada meta de la difusión de la ciencia: "que la ciencia pase a formar parte de la cultura".
3. Plantear los puntos clave que deben tratarse antes de ejecutar el diseño de un museo, puntos que deben quedar claros también para los ingenieros y técnicos que realicen tal ejecución.

En este sentido desarrollamos, en primer lugar, una serie de propuestas temáticas con la intención de ejemplificar el tipo de información teórica que debería tomarse en cuenta en la difusión de ciertos temas específicos y, en segundo lugar, cuestiones que deberían considerarse al difundir cualquier tema, particularmente en un museo de ciencias.

Las limitaciones de la propuesta, sin embargo, deben quedar claras:

1. No pretendemos, dado que no estamos en posibilidad de hacerlo, ofrecer una propuesta de un museo de ciencias que sólo necesite, a partir de la propuesta, construirse.
2. Más que ofrecer soluciones prácticas nuestro objetivo es ofrecer ejemplos concretos del replanteamiento analizado a nivel teórico a lo largo del presente trabajo. **Pero aun estos ejemplos concretos constituyen ejemplos teóricos.**
3. En la parte III de este mismo trabajo expusimos, con respecto a la aplicación de la teoría de Piaget, la necesidad de tomar en cuenta que, aun cuando los avances logrados por dicha teoría del conocimiento y por la psicología de la inteligencia permiten reconsiderar el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que modifican la noción misma de aprendizaje, estos avances no

constituyen un conjunto de conocimientos de los cuales se puedan extraer deductivamente una serie de principios directamente traducibles en procedimientos de enseñanza. De igual manera, la aplicación práctica de esta propuesta teórica exige una investigación particular que debe realizar la difusión.

4. Cuando nos referimos a la necesaria investigación que debe comenzar a realizarse en el campo de la difusión, no nos referimos a la realización de encuestas y cuestionarios al público con el fin de evaluar una exposición. Nos referimos a la necesidad de realizar el enorme esfuerzo intelectual que significa adentrarse en el cuerpo teórico en el cual toda propuesta práctica debe fundamentarse para luego plantear situaciones susceptibles de investigación.

5. No estamos en condición entonces de ofrecer la solución práctica a los problemas analizados. Lo que sí pretendemos es desarrollar en qué sentido el análisis teórico realizado en el presente trabajo reformula problemáticas prácticas para ser abordadas desde una base sólida que permita orientar la investigación en difusión.

La propuesta que se presentará en los siguientes capítulos está basada en diferentes trabajos realizados a lo largo de la carrera. En el siguiente capítulo (capítulo dos) propondremos diversos temas que podrían constituir la base teórica a partir de la cual un museo interactivo de ciencias sea concebido. Así, los apartados *El poder de las medidas, las medidas del poder; ¿Desastres naturales?: fenómenos sociales* y *Crear para ver*, estarán dedicados a exponer los temas de las medidas y los órdenes de magnitud, las situaciones de desastre y el papel de la teoría en la percepción, respectivamente.

Cuando desarrollemos el apartado referente a los "desastres naturales" dedicaremos una parte a tratar el tema particular del volcán Popocatepetl por ser éste un elemento "natural" de difusión.

El capítulo tercero estará dedicado a replantear los problemas generales de la difusión que expusimos en la parte I de la presente tesis. Desarrollaremos también cuestiones que deberían considerarse en la difusión de cualquier tema: **la ciencia como proceso (cambio de paradigmas), el valor de las preguntas, y los prejuicios.**

Terminaremos esta cuarta parte con conclusiones finales que permitan integrar todos los aspectos analizados en el presente trabajo.

## **Capítulo 9: Temas propuestos**

### **9.1 El poder de las medidas, las medidas del poder**

La importancia de dedicar un espacio al inicio de un museo de ciencias que se refiera a los órdenes de magnitud y las medidas se puso de manifiesto al analizar los museos de ciencia en México (sección 2.4, parte I). Aquí proponemos una sala inicial que aborde estas cuestiones. Hemos puesto especial énfasis en las cuestiones sociales; los aspectos más físicos, más formales, no son aquí desarrollados, pero no por ello desconocida su importancia fundamental y la necesidad de incluirlos también en una sala que aborde esta temática.

"Caín, habiendo inventado pesas y medidas, transformó aquella inocente y noble naturalidad con que vivía la gente mientras las desconocía, en una vida plena de estafas" (Flavio Josefo, citado por Kula, 1970/1980 p.3).

Esta cita muestra que en la antigüedad la medida se confundía con la estafa. La historia del desarrollo del sistema de pesas y medidas como herramienta de la ciencia está llena de luchas y dramas. La concepción que se tenía del mundo, las relaciones de poder, los sistemas de gobierno, la cultura, los diferentes modos de producción, etc., no sólo conforman el paisaje que adorna el desarrollo de un instrumento utilizado principalmente por las ciencias físicas, sino que constituyen factores fundamentales de tal desarrollo.

El desarrollo del sistema de pesas y medidas que aquí presentamos está basado en el libro de Witold Kula Las medidas y los hombres (1970/1986). Referimos a tal obra para una mayor profundidad en el tema; aquí nos limitaremos a exponer algunos de los aspectos que en dicho texto se abordan, para fundamentar la necesidad de incluir factores sociales cuando se toque esta cuestión.

En Macedonia, a finales del siglo XIX, los campesinos tenían comer lo que hubiera sido medido o contado creyendo que contraerían bocio. En diversas regiones de lo que hoy es Polonia, la creencia popular afirmaba que las cosechas eran abundantes hasta que se midieron las tierras, y en otras regiones de este mismo país al comprar un medicamento, la gente pedía que fuera vertido en el frasco "a ojo" y no con medida, pues únicamente se podía curar al enfermo con el remedio que no hubiese sido medido, sino dado de corazón y con generosa mano. ¿De dónde, entonces, la necesidad de usar las pecaminosas y mal vistas medidas? Con la aparición de sociedades comerciales, mercantiles y ganaderas, la cuestión de las medidas empezó a ser distinta.

La procedencia divina de las medidas, como lo muestra la primera cita del presente apartado, no fue concebida originalmente por la iglesia católica. Mucho antes en la historia, en la tradición griega, las medidas fueron inventadas por el sabio Fidón de Argos, venerado por ello. Y las religiones se ocuparon del asunto de las medidas no sólo en cuanto a su origen; en la religión árabe, por ejemplo, de acuerdo al Corán, el sura 83 (*De los estafadores*) está dedicado a ellas y dice: "En el nombre de Alá, misericordioso y compasivo, desgracia a los que falsean el peso y la medida, a quienes cuando miden en contra de otros colman la medida ;pero cuando miden para sí la disminuyen!". Para los antiguos egipcios, las acciones de los hombres serían pesadas por Amón al morir, así como para los cristianos por el Arcángel Miguel.

El poder de las medidas en la antigüedad no era sólo divino; el uso de medidas de un pueblo era un poderoso indicador de su nivel de desarrollo como civilización, era prácticamente un sinónimo de civilización. Montaigne, refiriéndose al Nuevo Mundo recién descubierto, sostenía: "apenas hace cincuenta años no se conocía aquí la escritura, ni la pesa, ni la medida" (Montaigne por Kula 1970/1980 p.13).

¿Por qué diferentes medidas a través de los pueblos y no sólo a través de la historia?, ¿qué significaba para un pueblo tener su propio sistema de medidas?, ¿existe alguna similitud entre los mapas de historia imperial y los mapas que podrían hacerse tomando en cuenta los sistemas de medida utilizados por estos imperios?.

"La fijación de las medidas es atributo del poder en todas las sociedades de organización desarrollada(...), el poder tiende a unificar las medidas vigentes en los territorios que están bajo su hegemonía" (Kula 1970/1980 p.23).

Los reinos imponían sus propios patrones y su sistema de unidades de medida a los pueblos vencidos como símbolo de su dominación. Dentro de un mismo reino las distintas clases sociales se diferenciaban, entre otras cosas, porque utilizaban diferentes medidas. El que un pueblo mantuviera su medida propia, era símbolo de su libertad, o de su independencia del poder feudal, como en el caso de la iglesia que mantuvo, por muchos siglos, sus propias medidas. En el caso de las aldeas medievales, se tenían diferentes medidas para comprar y vender a los mercaderes, para pagar el diezmo a la iglesia y para medir el tributo que se le debía dar al rey.

Esta relación que puede establecerse entre la historia de la dominación imperial y la imposición territorial de ciertas medidas muestra claramente cómo, a través del estudio de las medidas, puede entenderse la historia del hombre y de sus relaciones. Y a la inversa: sólo entendiendo la historia de la civilización humana

puede comprenderse el desarrollo del sistema de pesas y medidas que actualmente opera en la ciencia.

El sistema antropométrico, sistema por el que se medía con las partes del cuerpo, era muy cómodo; las medidas eran comprendidas universalmente, las llevaban todos encima, y las diferencias individuales (pie más largo o más corto por ejemplo) no tenían demasiada importancia puesto que no se necesitaba tal grado de exactitud, pero su problema era la complicación de los múltiplos y submúltiplos. Por eso llegó un momento en que las unidades en pies, codos, puños, etc., dejaron de depender de las dimensiones individuales de estas partes del cuerpo y se estableció un tamaño determinado que sería, de ahora en adelante, un pie. Con esto, para hacer una medición, la comparación debía hacerse con este patrón y no con el respectivo miembro del cuerpo de uno. Así, las medidas antropométricas cumplían muy bien su cometido y servían muy bien al hombre satisfaciendo sus necesidades cotidianas e incluso permitiéndole realizar grandes obras de arte caracterizadas por asombrosas y precisas proporciones; si dichas medidas fueron modificadas, fue por las nuevas condiciones de vida y de trabajo a las que el ser humano que las utilizaba tuvo que enfrentarse.

Los patrones se hicieron necesarios, pero el poder de tales medidas encontró un nuevo obstáculo: la inmutabilidad y durabilidad de los patrones que este nuevo sistema exigía. Además debía inventarse un método que evitara su falsificación, por lo que se emplearon para ello materiales durables esculpidos por grandes artistas. Esto garantizaba la baja probabilidad de la falsificación y cierta inmutabilidad del patrón a través del tiempo, pero sólo las ciudades muy grandes podían permitirse el lujo de fabricar tales patrones pues resultaban muy caros.

Réplicas de los patrones empezaron a ubicarse en lugares accesibles a todos y, principalmente, en los lugares de mercado

para poder solucionar en el acto las disputas. Los patrones originales permanecieron bajo la custodia del estado, que se vio obligado a crear organismos que se ocuparan únicamente de pesas y medidas.

El uso de patrones comenzó a universalizar las medidas, pero el proceso de universalización atravesó muchas etapas antes de que todo el mundo aceptara un único sistema. En la antigüedad la concepción del mundo era la siguiente: como no hay nada en común entre ciertos objetos, es preciso medirlos con diferentes medidas, por ejemplo, el arroz y el trigo no se pesaban con pesas de iguales pesos. Bajo este mismo principio, cuanto más valioso era el objeto, menor era la medida utilizada para medirlo; los granos baratos se median en unidades mayores que los granos caros.

Esta diferencia en las medidas utilizadas de acuerdo con el tipo de objeto medido fue desapareciendo, pero no por ello se alcanzó la universalidad. Durante largo tiempo fue la cantidad del producto la que variaba y el precio el que se mantenía invariable. Por ejemplo, en la época medieval el precio del pan siempre era el mismo, lo que cambiaba era el peso del pan vendido. Los comerciantes usaban dos tipos de medida, una para comprar sus productos al mayoreo y otra para venderlos al público, pero el precio al que vendían era el mismo que al que compraban. En Holanda los patrones de las medidas grandes eran mayores que la suma de sus medidas subdivisorias correspondientes, con lo cual, sin modificar el precio, el mayorista salía ganando. Cuando se hacía a alguien un préstamo no se cobraban intereses, sólo que si uno prestaba un saco de granos al ras, debían devolver un saco copeteado de granos.

Con el sistema de unidades se logró que una sola medida, un solo sistema de medición, se convirtiera en una convención obligatoria tanto para el campesino como para el señor, tanto para el comprador como para el vendedor, tanto para el mercader como para el cliente, tanto para el acreedor como para el deudor, tanto para el mayorista como para el minorista. Además, objetos

cualitativamente diferentes, tenían desde entonces algo en común: el peso. La perfecta divisibilidad y acumulatividad de nuestro sistema métrico permitió, además, la comparación de magnitudes muy grandes con magnitudes muy chicas.

Nuestro sistema de medida es abstracto desde la utilización de patrones en lugar de partes del cuerpo, y mucho más abstracto se volvió desde que, en 1961, un metro dejó de ser una barra de cierto material guardada en algún lugar del mundo (que a su vez era fracción de cierta medida de la Tierra), para convertirse en  $1\ 965\ 763.73$  longitudes de onda en el vacío de la radiación de un átomo de criptón 86. Esta nueva referencia para la unidad de medida básica de longitud es producto de las nuevas necesidades que el sistema métrico debe satisfacer. Pero quizás la importancia fundamental del sistema de medidas (a partir de que éste es una convención universal) no es tanto el del valor de la unidad en sí, sino su *inalterabilidad*.

## 9.2 Órdenes de magnitud

¿Por qué la necesidad de redefinir la unidad básica de longitud? ¿Cuándo y por qué comenzaron a usarse las distancias relacionadas con el tiempo (el tiempo que recorre la luz en un año) para medir distancias?

El concebir al universo como infinitamente grande, el descubrir partículas subatómicas infinitamente pequeñas, han constituido cambios conceptuales en la ciencia que han exigido la redefinición del sistema de medidas y la invención de nuevas unidades.

El lugar de aparición de una estrella fue considerado, durante siglos, prueba empírica de la condición estática de la Tierra. Sólo cuando se concibieron distancias enormes entre los astros el mismo hecho se consideró prueba empírica del movimiento del planeta.

El hecho que existan partículas infinitamente pequeñas, que en ese orden de magnitud los objetos no estén "llenos de materia" sino "llenos de espacio vacío", el que nuevas concepciones hayan dado lugar a nuevas tecnologías que permitieron a su vez el descubrimiento de nuevos órdenes de magnitud, debe ser difundido si quiere transmitirse la noción de lo que es medir, de las diferentes escalas y los distintos órdenes de magnitud y no sólo de las medidas como datos a memorizar.

Al lograr que un niño recite las equivalencias del sistema de medidas, inclusive cuando sepa utilizar cierto sistema de medida de acuerdo al tipo de problema al que se enfrenta, no se garantiza que entienda lo que es un sistema de medidas. Muchas personas consideran que las medidas son así, como son, sin cuestionárselas, como si hubiesen sido impuestas desde siempre por alguna mentalidad genial. Resulta complicado entonces concebir a la ciencia como un proceso en el cual la humanidad, como sociedad en constante desarrollo, algo ha tenido que ver. Si, de acuerdo a los planteamientos iniciales de esta tesis, las primeras cuestiones (conocer las escalas, saber convertirlas, aplicarlas a problemas prácticos) es responsabilidad de la educación formal, ¿no son estas últimas cuestiones, las involucradas con la noción de ciencia, responsabilidad de la difusión?

### **9.3 ¿Desastres naturales?: Fenómenos sociales**

Los llamados "desastres naturales" son considerados, generalmente, cómo fenómenos naturales que afectan a la sociedad. Si se analizan las situaciones de desastre considerándolas como fenómenos sociales inducidos por eventos físicos, donde la sociedad no es víctima y la naturaleza culpable, se podría contribuir a la difusión de fenómenos donde situaciones físicas y situaciones

sociales se encuentran directamente relacionadas. El presente apartado estará dedicados a desarrollar esta cuestión.

En 1981, se publica Nature Pleads Not Guilty (*La Naturaleza se declara no culpable*) de Rolando García. Este texto constituye el primer volumen de una colección de tres cuyos dos volúmenes restantes se titulan: La catástrofe permanente y Las raíces de la catástrofe. Y es también un texto que cambia radicalmente la manera como se debe abordar la problemática de los mal llamados "desastres naturales". Estos tres volúmenes sobre el fenómeno de la sequía son el resultado de la investigación realizada en los años 1976-78 por Rolando García y un gran equipo de colaboradores en diferentes zonas: Kenia, Tanzania, los países del Sáhel (al sur del Sahara), India, México, Venezuela, Brasil, financiado por IFIAS (*International Federation of Institutes for Advanced Study*). Dicha investigación fue planeada a partir de lo que se llamó "la crisis alimentaria" de fines de la década de los años sesenta y comienzos de los años setenta, que generó las hambrunas sufridas en algunas de esas regiones. Se creía que era el inicio de un cambio climático muy severo y que se podían prever otras hambrunas. El trabajo inició con análisis meteorológicos (modelos de circulación de la atmósfera), datos históricos sobre sequías y hambrunas, pero las investigaciones mostraron que las épocas de mayores hambrunas coincidían en varios de esos países con períodos de mayor exportación de alimentos.

La relación entre clima y sociedad, sostiene García, ha sido mal definida. Hay una tendencia a considerar al clima y a las sequías como un dato, y a la sociedad como un receptor pasivo del impacto del clima. Aunque, en el mejor de los casos, se acepta que se debe tomar en consideración que la sociedad a su vez modifica al clima, la crítica de García va mucho más allá. Quizás el resultado más significativo de esas investigaciones fue mostrar que, en el pasado, sequías de mayor intensidad no habían tenido efectos tan

catastróficos, y que la diferencia residía en factores puramente sociales.

Así, los conceptos para analizar los fenómenos climáticos no son conceptos absolutos que describen una realidad física independiente de las acciones del hombre, son términos relativos que en la mayoría de los casos implícitamente asumen un cierto tipo de actividad humana. Un ejemplo claro en este sentido es el de la crecida de los ríos. En un cierto territorio una crecida del río es considerada un desastre que provoca inundaciones, arruina las cosechas, etc., mientras que en otro territorio es considerada normal y es utilizada para la producción agrícola. En Egipto, por ejemplo, las crecidas del Nilo permitían que las tierras "bañadas" fueran sumamente fértiles; la crecida del río no inunda entonces, sino que permite cultivar.

En la obra mencionada se sostiene que la sequía solamente puede ser definida con referencia a un cierto sistema productivo. Una sequía no puede ser considerada entonces de acuerdo al promedio de agua caída en la región puesto que se olvida que una desviación de la media más allá de la cual se declara una situación de sequía está determinada por el tipo de producción que se espera en esa región. *Es necesario, entonces, distinguir entre deficiencia de agua y sequía.* García sostiene, a lo largo de los tres volúmenes citados, que "la sequía es la percepción social de una deficiencia de agua con referencia a una condición normal socialmente definida" (García, R., 1981 p. xii). La sequía no está, por tanto, definida sólo por un fenómeno físico, sino que es un fenómeno social.

"Una vez que las características de un sistema de producción en un cierto territorio se han fijado (tipo de grano, tecnología que se emplea, etc.) entonces una situación de sequía puede quedar exclusivamente definida en términos de variables hidrometeorológicas. Porque entonces, y solamente entonces, una relación puede ser establecida entre la deficiencia de agua y el resultado de la producción. Sin embargo, esto es válido solamente hasta cierto punto; las interrelaciones entre clima y sistema productivo se hacen mucho más complejas en el caso de anomalías pronunciadas en

algunos parámetros hidrometeorológicos que conducen a lo que se llama desastres naturales o catástrofes naturales; en este caso, la relación entre la deficiencia de agua y el resultado de la producción no basta para explicar la catástrofe. **Porque los desastres no son fenómenos físicos, son fenómenos sociales inducidos por eventos físicos**" (García, R., 1981 p. xiii).

De acuerdo a los fundamentos planteados en el presente apartado, los temblores, erupciones volcánicas, sequías, maremotos, huracanes, etc., constituyen una realidad fácilmente abordable desde la perspectiva que la presente tesis pretende. En una sala de este tipo se puede hablar de los fenómenos físicos en sí, de la constitución de un volcán, de la química de los gases que emana y sus efectos, de capas tectónicas y el efecto de sus continuas reacomodaciones, de física de climas, de mecánica de fluidos, etc.; y también se puede hablar de dinámica de poblaciones, de modos de producción, de tipos de construcción arquitectónica, de organizaciones humanas, etc., e incluso de historia. Y en este marco puede mostrarse cómo un fenómeno natural -un temblor o una erupción volcánica- se convierte en desastre por circunstancias sociales. Más aún, el volcán Popocatepetl, que actualmente se encuentra en actividad y llama la atención, no sólo a la población en riesgo, sino a toda la República, es un excelente aliado de la difusión de estas cuestiones, como veremos en el siguiente apartado.

#### **9.4 Érase una vez un volcán ... llamado Don Goyo**

El volcán Popocatepetl pertenece a lo que se conoce como Eje Volcánico Mexicano; tiene una altitud de 5 452 metros sobre el nivel del mar y existen 307 comunidades poblanas relacionadas con él, que representan 400,000 habitantes. Otras tantas comunidades pertenecientes a otros estados también se encuentran relacionadas con el volcán.

Un indicador de actividad volcánica es la fumarola, que es una nube surgida en algún punto del volcán, generalmente de un cráter previamente abierto. Las fumarolas son gases magmáticos que se dispersan en la atmósfera y son un indicio fuerte del ascenso magmático. La mezcla tiene un típico olor a huevo podrido por la alta concentración de bióxido de azufre. Las fumarolas son explicadas, en geofísica, por medio de tres variables: el contenido de volátiles en el magma, la velocidad de ascenso de éste y la presión ejercida en el reservorio magmático y paredes volcánicas. El Popocatepetl lleva este nombre (cerro que humea) principalmente porque ha lanzado fumarolas desde tiempos inmemoriales.

Actualmente, desde hace más de un año, el volcán presenta emanaciones de gas y ceniza que caen cotidianamente sobre la periferia del volcán. En la ciudad de Puebla "llueve" ceniza casi diariamente, ocasionando irritaciones oculares y de las vías respiratorias. Las fumarolas alcanzan 3 ó 4 km de altura sobre la cima del volcán y se han identificado grandes rocas (del tamaño de una combi) recientemente expulsadas del Popo.

La actividad actual del Popocatepetl comenzó el 21 de diciembre de 1994, cuando, según el modelo explicativo más aceptado, la obstrucción de los conductos por ceniza ocasionó un incremento en la presión interna del volcán, la cual, finalmente, abrió de nuevo esos conductos<sup>2</sup>.

Esta es la "realidad" del volcán para los investigadores que, desde hace tres años, han puesto su atención en el Popocatepetl. Pero para los pobladores que habitan en las faldas del Popo, la realidad es otra. Ellos han guardado, durante siglos, una relación estrecha con el volcán. A ellos el volcán no comenzó a preocuparlos a partir de aquel diciembre de 1994. Para estos pobladores Don

---

<sup>2</sup> La información fue ofrecida por la CUPREDER (Centro Universitario para la prevención de desastres naturales) en Puebla.

Goyo, como llaman al Popocatépetl, es un antiguo, muy antiguo, conocido.

"A veces llegan a salir, no más de repente, no más de repentito llegan a salir. En persona viene el volcán, haga usted de cuenta como un borrachito de esos que se ven tirados por ahí, mugroso, bueno, materialmente pobrecito, sin sombrero, viene hasta descalzo, pero viene aquí, anda nomás mirando. Por ejemplo, le regalan un taquito, no lo agarra, no agarra nada, nomás anda mirando pa' cá y pa' llá, momentáneamente se desaparece quién sabe pa' dónde se va. Hasta aquí ha venido, viene y se para aquí, en esta esquina, pasa por acá, se va por allá... luego mi mamá sale con algún taquito: "señor, ¿no quiere usted un taquito?, venga usted", le van a dar su taquito pero él no quiere, no contesta, ¡ni habla, vaya!, no quiere ni agua, y como luego se desaparece, entonces decimos ¿quién ha de ser?, y como el mismo conjurador a veces lo ve, entonces él mismo dice "pues sí, es el volcán, por eso no recibe ni agua ni tortilla, y aunque se la den, aunque se la regalen, no la agarra". Por ejemplo, cualquier otro que viene, de guaje no la va a agarrar, pero los volcanes cuando bajan no, no aceptan nada, ni un refresco, vaya".

El fragmento anterior está publicado en el texto de Julio Glockner: Los volcanes sagrados: mitos y rituales en el Popocatépetl y la Iztaccíhuatl (1996). El autor del relato es el señor Margarito Castro, quien vive en Santiago Xalitzintla estado de Puebla y fue grabado por la maestra Yolanda Castillo.

El fragmento antes citado permite apreciar la relación que los pobladores de las faldas del Popo tienen con el volcán. El volcán no es sólo parte de la naturaleza; de hecho, la relación de estos

pobladores con esta naturaleza es comúnmente mal entendida. Los elementos naturales, como el volcán, son seres vivos poseedores de un espíritu (tonalli) capaz de personificarse. En el caso del Popocatepetl, éste es considerado como habitáculo de Tláloc (¿cómo aceptar de buenas a primeras que está "lleno de fuego" y por ello puede constituir una amenaza?). Y Tláloc (como el resto de sus dioses), no es un dios de la lluvia propiamente (o dios de la Tierra, dios del fuego, etc.); es considerando a éste como dios de lluvia (dios de tierra, dios de fuego, etc.) como podemos entender mejor la relación entre cielo y tierra concebida en estas comunidades.

La realidad del volcán para estas comunidades no es sólo distinta en la manera de concebir los elementos de la naturaleza, lo real de un sueño en contraposición con la realidad de vigilia también es distinta a la nuestra. Los tiemperos, concededores del tiempo o graniceros, son aquellas personas encargadas de pedir por las lluvias y en general, son los que guardan una relación más estrecha o más personal con los volcanes. Una de las maneras en que el volcán "elige" a los tiemperos es mediante un sueño, y también es por medio de los sueños una de las formas de comunicación que estos tiemperos tienen con Don Goyo. El sueño del tiempero implica despertar al mundo de lo sagrado, es una puerta de acceso a la realidad del volcán, realidad considerada como mucho más real que los informes que la CUPREDER pueda hacerles llegar.

Son muchas las "visitas" que se realizan cada año al volcán (con fumarolas o sin ellas). El 2 de febrero se realiza la procesión para la bendición de la semilla, el 12 de marzo se festeja el día de San Gregorio, el 2 y 3 de mayo se realizan las ceremonias de petición y proposición de las lluvias y el 13 de junio se realiza la plantación de cruces y se sacrifica un guajolote en honor al Popocatepetl. El 30 de agosto se celebra el santo de Rosita, nombre con el que se conoce al volcán Iztaccíhuatl (también conocido como María Luisa o Manuelita), pero no es de Rosita de quien nos ocuparemos en el presente trabajo.

En el día del santo de Don Goyo (12 de marzo) se le llevan al volcán los regalos que ha pedido, en sueños, al tiempero, y que pueden ser tan extravagantes como un "traje de licenciado" o un acordeón. Estos regalos se depositan en "El ombligo", que además de ser el sitio donde se depositan todas las ofrendas y se venera al volcán, coincide "antropográficamente" con esta parte del cuerpo; esto nos da una idea más de la realidad personificada del volcán.

Muchas son las explicaciones que han creado (desde 1994) estos pobladores acerca de la situación actual del Popocatepetl: "Está enfermo" (de hecho una de las procesiones de los últimos años fue realizada con el fin de llevarle pomadas para quemaduras a Don Goyo), "ya ha pasado antes y no más humea" (en 1570 Fray Diego Durán escribía: "al volcán se le ve echar humo y a veces fuego"), "han de ser los japoneses que nos quieren quitar nuestras tierras porque Salinas les vendió el volcán".

Esta última explicación puede parecer una fantasía infundada originada por grupos políticos de oposición, pero tiene sus fundamentos, y muy reales. A inicios del siglo XIX Humboldt dio a conocer las riquezas azufreras del volcán Popocatepetl y para mediados de ese mismo siglo el volcán ya tenía dueño: Gaspar Sánchez Ochoa. En febrero de 1919 una compañía extractora de azufre dinamitó el cráter del volcán con el fin de aumentar la cantidad de azufre accesible, lo que causó una fuerte conmoción en las paredes y en el fondo del cráter abriendo la chimenea y las grietas interiores. Este acontecimiento, además de dar crédito a la idea de que el volcán fue vendido a los japoneses por Salinas y de que éstos lo están dinamitando, puede ser uno de los factores que han influido en la reciente actividad del Popocatepetl.

La "realidad física" del Popocatepetl parece una entre otras muchas realidades. La "realidad de la leyenda" determina, en los pobladores de las faldas del volcán, lo que de éste se crea. Pero para los que recibimos las noticias del Popo a través de los

diferentes medios de comunicación, parece haber una tercera realidad: la "realidad de los medios de difusión".

Las manifestaciones de la energía en la naturaleza son un fenómeno permanente en el universo, de hecho son la existencia misma de la materia en el universo conocido. El cambio permanente constituye la regla universal de la materia y la energía ("todo cambia menos el cambio"). La ciencia se encarga de descubrir cómo cambia este mundo, mundo concebido como proceso de cambio continuo y no como ente estático. Pero, paradójicamente, mientras más avanza el conocimiento científico, más se acentúa el abismo que separa a este conocimiento de lo que la gente que no está familiarizada con éste cree.

Cuando nos enteramos de acontecimientos tales como temblores, sequías, erupciones volcánicas, etc, lo hacemos desde la tranquilidad de espectadores externos que nos informamos, por curiosidad, sobre aquellos fenómenos que otros más curiosos llamados científicos se dedican a estudiar, también por curiosidad. Por diversos medios nos enteramos de "desastres naturales" que afectan nuestro planeta, sabemos incluso que la Tierra experimentó fenómenos similares en su proceso de formación, pero, a menos de que nosotros nos veamos amenazados por estos desastres, percibimos estos fenómenos como lejanos; de hecho, prácticamente no vinculamos a aquella "Tierra primitiva" con el planeta que habitamos en este momento.

La supervivencia diaria a la que estamos expuestos nos vuelve indiferentes a aquello que no vivimos en carne propia. El enterarnos de algún "desastre" en Japón o en el Popo (que para fines cognitivos prácticamente se encuentran igual de lejos) no nos arranca más que una compasión momentánea.

Ahora supongamos (y en este caso estamos suponiendo una realidad) que quienes hacen llegar esa información, que de por sí consideramos que nada tiene que ver con nosotros, se esmeran por utilizar términos como los siguientes: "flujos piroclásticos", "desgasificaciones", "microsisimos tipo A", "emanaciones",

"tremores" y "escorias". Pues éste es precisamente el caso de la prensa escrita con respecto a la situación actual del volcán Popocatepetl (en periódicos nacionales de gran circulación).

Da la impresión de que la información que los medios difunden (y sobre todo cómo la difunden), en el caso particular de los "desastres naturales", contribuye más a consolidar la sensación de no afectación que a forjar una cultura de prevención y de solidaridad. Esto con respecto a la información que se maneja fuera de la zona directamente afectada. Dentro de la zona, la información que los medios difunden parece alimentar la creencia de que el protagonismo es inútil. Con esta clase de términos y con las dificultades inherentes a la divulgación científica, además de la barrera entre ciencia y sociedad que caracteriza al periodismo (y al resto de los medios de difusión), la divulgación parece asignar el papel de víctima pasiva a los pobladores más que crear un clima de conciencia en el que la participación de cada uno es importante.

Por otra parte, el concebir la situación de desastre como fenómeno meramente físico tiene, entre otras, una causa política. Casi nos encontramos entonces con una cuarta realidad: la "realidad política" del Popocatepetl. Concebir al desastre como fenómeno social, implicaría reconocer que lo grave de una erupción volcánica del Popocatepetl no es la lava, ni las rocas o las cenizas que caigan, sino la indefensión de las poblaciones en las que caería, debido a su nivel de miseria.

La política afecta la percepción de un fenómeno en otros niveles, además del anterior:

1. El presupuesto destinado, tanto a la investigación geofísica en vulcanología como a la infraestructura para reducir la vulnerabilidad y efectuar campañas de preparación, depende, después de todo, de una decisión política.

2. La política controla la información que los medios masivos pueden difundir. En este sentido, el Popo tanto ha sido utilizado para "tapar" otros hechos, como ha sido "tapado" por otras noticias con las mismas finalidades.

3. Al nivel institucional, existen muchos organismos cuyas jurisdicciones se translapan. Estos organismos, que cargan con la responsabilidad de "descubrir la realidad" y darla a conocer, se encuentran en una continua guerra en la cual todos reclaman como propio al Popocatepetl. Una vez que, políticamente, se decide qué organismo es el encargado de manejar la información referente al volcán, se corre el riesgo de ofender terriblemente a sus miembros si a alguien se le ocurre averiguar por cuenta propia la realidad de *SU* volcán.

Así, la realidad del volcán Popocatepetl, lo que de él se sepa y se crea, depende de:

1. Teorías, conocimientos previos, prejuicios, creencias, etc., que determinan lo que vemos. A este nivel la concepción del mundo que se tenga, lo que determina y a su vez es determinado por el paradigma que en ciencia domine, es determinante. (Ver siguiente apartado, 9.5).

2. Una vez que vemos lo que vemos, interpretamos eso que vemos.

3. Cuando se tiene poca información, el ser humano no se conforma con explicaciones fragmentadas y construye una explicación global y coherente. De hecho, ésta puede ser una de las razones por las cuales se generaron tantas explicaciones erróneas en torno a la situación del volcán, ya que cuando comenzó la actividad en 1994 fue muy poca la información que, oficialmente, se dio a conocer.

4. Las creencias culturales históricamente construidas influyen de manera importante en la realidad que se crea actualmenten.

5. Las situaciones previas similares juegan un papel fundamental en la percepción que del Popo se tenga. Como ejemplo basta recordar lo ya relatado acerca de la venta y explosiones causadas al Popo (la venta del volcán y la explosión de 1919 para la extracción de azufre aún son recordadas por la población).

6. La política es un catalizador importante en la percepción de un fenómeno puesto que interviene prácticamente en todos los niveles de este proceso de construcción de la realidad, además de que, como ya se mencionó, influye directamente en la información que los medios masivos de comunicación dan a conocer.

7. Lo que del Popo se conoce se construye con base en todas estas cuestiones. La concepción de la realidad es compartida por sociedades enteras, pero es una concepción construida.

En conclusión, toda esta información referente al volcán Popocatepetl permite utilizarlo como un fuerte aliado para la difusión... para la difusión de un fenómeno físico, geológico, pero también social y político.

## **9.5 Creer para ver**

"Un director de orquesta no oye las notas, escucha la desafinación del oboe" (Hanson, 1965).

Creer para ver, en lugar de ver para creer, es el tema que desarrollaremos en el presente apartado. Se considera generalmente que las creencias, los conocimientos, etc., son producto de lo que uno percibe. Aquí, intentaremos analizar esta cuestión para exponer las consecuencias de desarrollar este tipo de temas en un museo de ciencias.

En el museo de ciencias *Universum* instalaron dos microscopios para que los visitantes pudieran observar lo que, a ojos de biólogos, eran fabulosas y clarísimas muestras de tejido neuronal. Un día daba yo una visita guiada a la sala de Desarrollo Humano y Salud cuando los bruscos movimientos de un chiquito me llamaron la atención y me acerqué. "Pus no sé lo que hay que hacer porque ya le apreté donde dice y esta cosa no funciona, aquí no se ve nada". Convencido del mal funcionamiento del aparato el chiquito se fue y yo, que no estaba enterada de que algún microscopio se hubiese descompuesto y de ser así debía reportarlo, me acerqué descubriendo muy sorprendida que el aparato funcionaba perfectamente. ¡El chiquito había visto una neurona y no se había enterado!... ¿la había visto?

Las diferencias entre oír y escuchar, entre ver y observar, han sido descritas a partir de distintas concepciones epistemológicas como sensación y percepción, como experiencia perceptual y observables, etc. El mismo Hanson, autor de la frase con la que comienza este apartado, explica la diferencia entre estos procesos con el ejemplo que se expone a continuación.

Johannes Kepler observa el amanecer. Con él está Tycho Brahe. Kepler ve que el sol está fijo, es el Este el que se mueve. Pero Tycho, siguiendo las concepciones de Ptolomeo y Aristóteles, ve que el Este está fijo y que son los otros cuerpos celestes los que se mueven a su alrededor. ¿Kepler y Tycho ven lo mismo en el Este al amanecer?.

A partir de este ejemplo, Hanson examina los conceptos de "mirar" y "observar". En el proceso físico involucrado cuando Kepler y Tycho observan el amanecer, explica Hanson, idénticos fotones pasan a través de la córnea, del humor acuoso, iris, cristalino y humor vítreo de los ojos de cada uno. Finalmente, sus retinas son afectadas. Cambios electroquímicos similares ocurren en

las células nerviosas de cada par de ojos. La misma configuración se forma en las retinas de Kepler y Tycho; por lo tanto, cualquiera estaría de acuerdo con que ellos ven lo mismo.

Kepler y Tycho ven el mismo objeto físico, ellos tienen la misma "información visual" del sol. Ahora, si a ambos los pusiéramos en un cuarto oscuro y les pidiéramos que reportaran cuando vieran algo (lo que fuera) y les presentáramos un objeto iluminado, se esperaría que ellos reportaran ver el mismo objeto al mismo tiempo. Supongamos que ese objeto es un cilindro. La dificultad empezaría justamente al preguntarles qué es lo que ven; allí donde Tycho ve una pipa, Kepler ve un telescopio (instrumento acerca del cual Galileo, tal vez, le escribió en su última carta). Ni la pipa ni el telescopio están en el experimento.

**Lo que se sabe, afecta la experiencia sensorial.** Esta afirmación no es trivial y sí muy discutida.

"Decir que Kepler y Tycho ven lo mismo porque sus ojos son afectados de manera similar es un error básico. Ésta es la diferencia entre un estado físico y una experiencia visual. Supongamos, sin embargo, que se puede argumentar que ellos ven lo mismo porque experimentan los mismos datos sensoriales. Las diferencias en este caso se explicarían por una interpretación *ex post facto* de lo que ven, no en los datos visuales fundamentales" (Hanson, 1965 p. 8).

Hanson sostiene que esta última explicación es errónea, que las diferencias entre lo que Kepler y Tycho ven no pueden ser explicadas en términos de interpretación de los mismos datos sensoriales. Lo que sabemos no modifica la interpretación después de que la información sensorial es percibida, **lo que sabemos modifica, literalmente, lo que vemos.**

Si presentáramos una figura de cierta configuración de líneas, que la mayoría coincidiríamos en considerar un cubo, la situación sería la misma. En esta figura nuestro dato sensorial visual es también el mismo, pero ¿todos los que vemos esta figura vemos lo mismo? Allí donde algunos vemos un cubo en perspectiva, otros

simplemente ven líneas cruzadas en un plano. La explicación tradicional diría: son diferencias en la interpretación de una experiencia visual idéntica. Pero si cada uno interpreta lo que ve de manera diferente es justamente porque vemos cosas diferentes. El conocimiento precedente, las teorías y la interpretación personal están ahí, en el acto de ver; no es que entren en acción una vez que la información sensorial ha sido recibida. Es como si viéramos con teorías, con prejuicios, con preconcepciones, con conocimientos previos, es decir, no sólo con los ojos; no son nuestros receptores los que ven. Cuando en una plática de astronomía se presenta una diapositiva del universo, ahí donde nosotros vemos puntos luminosos, incluso estrellas quizá, los físicos ven galaxias, sistemas solares, super novas, enanas azules. Las ven, no es que interpreten los puntos luminosos como tales, sino que realmente eso ven. "¡Ahí está la enana azul!, ¡¿qué no la ves?!", llegó a decir desesperada una compañera de física en cierta conferencia en la Facultad de Ciencias ante el poco entusiasmo de muchos frente a "semejante" evidencia.

"(...) el hombre que ve un objeto familiar ve en él lo que nadie más ha visto" (Hanson, 1965 p.30).

La fundamentación del tema que aquí hemos *titulado Creer para ver* puede encontrarse en la epistemología genética que desarrollamos en las partes II y III de la presente tesis. De hecho, una de las más famosas frases de Piaget es: "uno no sabe lo que ve, ve lo que sabe". Desarrollar este tema como parte del contenido de un museo de ciencias permitiría desequilibrar las concepciones aceptadas como ciertas, aceptadas sin el menor cuestionamiento y, en este sentido, favorecerían la interacción. Las concepciones objetadas por Hanson son producto de una concepción particular, de una teoría del conocimiento. Y cuando se difunde la ciencia, al menos una ciencia como proceso y no como

producto, como susceptible siempre de ser falseada (como diría Popper) y no como una acumulación sin reestructuración, estas concepciones generales del conocimiento deberían también difundirse.

## 9.6 Organización de un espacio museográfico

Una vez expuestos los temas desarrollados en el presente capítulo, pasemos a la cuestión de su organización dentro de un espacio museográfico.

Supongamos que una sala del tipo de *Crear para ver* precediera al resto de un supuesto museo. Supongamos que precede, por ejemplo, a alguna sala que llevara por título *Érase una vez un volcán*, y supongamos las consecuencias que podría tener el relacionar ambas salas: El Popo es visto por muchos ojos; investigadores, trabajadores sociales, autoridades gubernamentales, pobladores indígenas de la zona, ven a este Popo con similares órganos perceptuales. Y sin embargo, no todos ven lo mismo. Allí donde los geofísicos ven un desastre natural, los pobladores ven a Don Goyo un poco enfermo y otros vemos un fenómeno social. No es en la interpretación de los mismos datos perceptuales donde radica la diferencia en las concepciones, es la diferencia en las concepciones lo que determina los datos perceptuales que cada uno recibe. No hace falta ver para creer, hace falta creer para ver.

En el caso de las medidas, tema tratado en el primer apartado del presente capítulo, cuya inclusión en un museo de ciencias me parece fundamental, éste podría presentarse de manera paralela al desarrollo de ciertas ideas fundamentales en la historia de la ciencia (literalmente: p.ej de un lado de la sala la información de las medidas y del otro la historia de la ciencia). De esta manera las relaciones entre el sistema de medidas, sus causas y sus

implicaciones directas en el desarrollo científico podrían contribuir a la concepción de las modificaciones conceptuales que causaron, y a su vez fueron causadas, por la concepción de diferentes sistemas de medidas y de distintos órdenes de magnitud. El tema de las medidas podría conectarse con muchos otros. Por ejemplo, si el tema de la inteligencia se desarrollara en profundidad, las siguientes cuestiones podrían ser planteadas: ¿Qué es la inteligencia? ¿Dónde se encuentra? ¿Es posible localizarla anatómicamente? ¿Qué relación guarda con ciertas estructuras (principalmente cerebrales)? ¿Qué quiere decir que alguien sea más inteligente que otro? ¿Es algo con lo que se nace o que se adquiere durante el desarrollo? ¿Qué es un test? ¿Qué significa "medir" la inteligencia? ¿Qué implicaciones tiene, y tuvo en sus orígenes, el concepto de "inteligencia" con el éxito escolar y el de poder existente?

Las relaciones que se establezcan de acuerdo a la distribución de los temas en el espacio museográfico jugarán un papel fundamental en la transmisión de ciertos conceptos y en la idea de ciencia que se difunda. Este tipo de cuestiones deben ser planteadas por los museógrafos para que, además de lograr una belleza estética, un museo de ciencias deposite en ellos la responsabilidad de relacionar ciertas cuestiones a fin de evitarse, entre otras cosas, largas cédulas explicativas.

Pero la relación entre temas, entre cuestiones como ciencia y arte, historia y ciencia, debe ser expuesta de manera explícita. Por ejemplo, en la presentación del Museo de la Luz en el VII Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, Pilar Contreras señalaba que, dado el lugar en el que el museo se encuentra (ex templo de San Pedro y San Pablo), dada su historia (fundado por los jesuitas en 1572 y habiendo servido como Colegio, como sede del primer Congreso Mexicano, como cuartel militar, almacén de forraje, bodega de la aduana, escuela correccional,

taller tipográfico, casa para dementes, caballeriza, salón de actos y almacén de papel, entre otros) y dado que constituye el lugar físico donde nació y se ubicó el muralismo (se instala allí el primer mural de México realizado por Javier Guerrero), "por su construcción, por el sitio, por donde se ubica, por la época en la que se construyó, por los sucesos históricos que tuvieron lugar allí, es, en sí mismo, una síntesis de una cultura moderna propia. Hay historia, hay arte, hay ciencia".

Considero que no basta que el edificio sea histórico y que entre los diferentes equipamientos se exhiban obras de arte para que ciencia, historia y arte queden relacionados. Estas relaciones deben no sólo quedar claras para los que planean y diseñan un museo de ciencias, sino para el visitante.

Por otra parte, con respecto al tema de las cédulas explicativas (que tienen que afrontar cuestiones tales como la falta de lectura del público y la extensión inevitable si se quiere que todos entiendan algo) la propuesta es la siguiente. Cédulas plásticas individuales que el visitante tome al principio de la sala y que lo acompañen en su recorrido. Estas cédulas pueden elaborarse a distintos niveles (p.ej para primaria, secundaria, a un nivel especializado, etc.). Cada visitante podrá obtener, según el interés que tenga, su nivel de conocimiento previo, etc., diferentes explicaciones ante un mismo módulo. De esta manera puede incluso utilizarse un mismo módulo para explicar diferentes cosas.

## 9.7 Conclusiones del capítulo

Los temas desarrollados en el presente capítulo no presentan una "relación natural" entre ciencias sociales y ciencias físicas porque de hecho, dado que el paradigma empirista es el que aún domina en ciencia, ningún tema presenta esta "relación natural". Pero por esta misma razón, porque la división presente en el análisis de diversos temas es producto de una concepción empirista, cualquier tema es susceptible de ser planteado de otro modo...si se modifica esta concepción de ciencia, y con ella la del mundo.

Recordemos que, como planteamos en la introducción de esta última parte de la tesis, no hemos pretendido desarrollar una propuesta directamente traducible en la construcción de un museo de ciencias. El pasaje de la fundamentación teórica al diseño de un museo implica un esfuerzo enorme que no está al alcance del presente trabajo. Sin embargo, este replanteamiento teórico es necesario, y a mi modo de ver indispensable, para dicha realización práctica.

## **Capítulo 10:**

### **La ciencia como parte de la cultura**

#### **10.1 Introducción**

En este capítulo final los objetivos que se perseguirán serán los siguientes:

1. En primer lugar, retomaremos las problemáticas analizadas en la primera parte del presente trabajo ofreciendo una propuesta de replanteamiento de cada uno de estos principales problemas de la difusión basándonos en el constructivismo que hemos desarrollado a lo largo de la tesis.
2. Desarrollamos, en el capítulo anterior, ciertas temáticas susceptibles de presentarse como parte del contenido de un museo de ciencia. Trataremos aquí ciertas cuestiones que, a mi parecer, deberían considerarse cualquiera que fuera el tema que se quisiera exponer: la ciencia como proceso (cambio de paradigmas), el valor de promover las preguntas (vs sólo ofrecer información) y los prejuicios.

#### **10.2 Los problemas pendientes de la difusión**

**1. Veracidad vs accesibilidad.** Para hacer accesible el conocimiento científico no hay que "quitarle" los elementos complejos a fin de simplificarlo. No es tampoco caricaturizando electrones y genes como los fenómenos que involucran estos conceptos van a comprenderse. Si, en lugar de ofrecer información simplificada o caricaturizada, se ofrecen los fundamentos de la información que se quiere dar a conocer, se evitarán las excesivas analogías, sobresimplificaciones, etc., que terminan por distorsionar, no sólo

el contenido a difundir, sino la idea misma de lo que es la ciencia.

**2. Creatividad e imaginación.** Como hemos expuesto anteriormente, la ciencia es, en sí, un proceso creativo. Si se difunde cómo se construye una teoría, cómo se modifica la concepción de un fenómeno, cómo evoluciona la ciencia, la siguiente discusión generada en torno a esta problemática puede replantearse.

Cuando expusimos esta problemática ejemplificamos la polémica que en torno a ella se genera con la siguiente cita:

"(...) esta labor (la de la difusión) debe realizarse `entre dos fuegos'. Por un lado, debe extraer la sustancia, sus materiales del cerrado ámbito científico, y debe, por otro lado, alcanzar a interesar y, si es posible, hasta entusiasmar al lector común con sus resultados" (López Beltrán, 199 p.291).

Si se modifica la concepción de qué es lo que debe difundirse, si aquella "sustancia" que el divulgador debe "extraer de la ciencia" no consiste en datos o descubrimientos aislados de su proceso de creación; si, por el contrario, este proceso de creación es el que se difunde, en qué se fundamenta tal o cual aportación, qué implicaciones tiene tal o cual descubrimiento, el interesar y entusiasmar al "lector común" no constituirá un objetivo incompatible con la veracidad exigida por los científicos para que se difunda su producción. La ciencia, y no sólo la difusión, como hemos venido exponiendo, es en sí un proceso creativo de construcción. Si se difunde cómo se construye una teoría, en qué se fundamenta y qué consecuencias conlleva en la concepción de cierto fenómeno, aquel "cerrado ámbito científico" (como si se tratara de archivos secretos de la CIA) se convertiría en un mundo colmado de imaginación y creatividad. La imaginación y la creatividad no son elementos que el divulgador debe introducir a duras penas en la ciencia que pretende difundir, son elementos propios de la ciencia.

**3. La motivación.** Ya expusimos, cuando tratamos esta problemática, que la duda y el deseo por conocer son intrínsecos al ser humano y que pareciera que aunque todos tenemos muchas dudas, casi todos hemos aprendido a callarlas. Si la difusión sigue esmerándose en convertir la ciencia en datos, fórmulas y explicaciones aisladas donde su desarrollo y su fundamentación no se dan a conocer, es mucho pedirle al público que se motive y entusiasme. Cuando la ciencia es presentada como lo que es, cuando el conocimiento científico se muestra válido sólo si se fundamenta y no sólo porque el profesor, tal autor o tal libro así lo dicen, la ciencia es un excelente motivador en sí.

**4. El conocimiento previo.** Al desarrollar esta problemática enfatizamos la necesidad de que términos como "esquema mental", "hábitos mentales", "aprendizaje significativo", etc., no sean utilizados superficialmente. Dejamos también varias preguntas abiertas: ¿la difusión es para quien algo sabe de ciencia o para el que no tiene la menor idea acerca de ella?, ¿la difusión debe explicar desde las nociones básicas o ésta es responsabilidad de la escuela?, ¿cuáles son los límites o las diferencias entre los objetivos que la escuela persigue y los que persigue la difusión de la ciencia? Expusimos, además, que una preocupación de la difusión de la ciencia son las ideas y creencias alternativas al conocimiento científico.

Una vez presentado, aunque de manera somera, el constructivismo, es posible replantear esta cuestión:

1. Aún cuando no sea "científica" la explicación que muchos conciben con respecto a ciertos hechos y fenómenos, estas explicaciones están fundamentadas. Al difundir la ciencia deberían considerarse estos fundamentos para poder ofrecer explicaciones alternativas. Si se difunden contenidos aislados, la ciencia se convierte en datos memorizables para un examen, para responder "correctamente". No se trata de competir con estas ideas y

creencias alternativas, se trata de investigar su origen, su fundamentación con el fin de modificarlas en otras con mayor fundamento o fundamentos más válidos. No se trata de imponer la ciencia como el conocimiento "correcto" sino de modificar la fundamentación con la que una idea "errónea" es aceptada.

2. El contenido de ciencia no es más (ni menos) que unas cuantas teorías a partir de las cuales puede deducirse la explicación de los diferentes hechos o fenómenos. Si estas son las nociones básicas de la ciencia, ellas deberían ser objeto de la difusión puesto que sólo entonces, un nuevo adelanto o descubrimiento se tornaría relevante y comprensible.

3. Es cierto que los fundamentos de teorías científicas muy avanzadas no son accesibles al público en general, pero deberían exponerse, al menos, los fundamentos de las teorías básicas.

**5. La objetividad de la ciencia en la difusión.** Esta problemática ya fue analizada al momento de desarrollarla. Retomemos, ahora que sus fundamentos han sido expuestos, ciertos puntos básicos:

1. La objetividad, como muchos conceptos utilizados en ciencia, adquiere significado sólo con referencia a cierta teoría general del conocimiento.

2. Si se contraponen la objetividad de la ciencia con la subjetividad del resto de las actividades humanas, no sólo se distorsiona a la ciencia en sí, sino que se crea un abismo entre "el mundo" y la ciencia. Si la ciencia fuera objetiva, en el sentido de identificarla con el contacto perceptivo directo, con el registro pasivo de los hechos como suponía el empirismo, no habría más que esperar a que se inventara el aparato adecuado para registrar ciertos datos que están ahí, en el mundo físico.

3. Si se pretende que la ciencia forme parte de la cultura, no es posible pretender mantenerla aislada de esta cultura; no es posible mantenerla ignorante de sus prejuicios, creencias, políticas y condiciones sociales.

**6. Despertar vocaciones.** Al modificar la noción de ciencia que se difunda, como hemos insistido ya reiteradas veces, podría lograrse el anhelado entusiasmo por esa cosa llamada *ciencia* que motive a los jóvenes para inscribirse a carreras científicas.

Hemos retomado las problemáticas generales de la difusión de la ciencia expuestas en la primera parte de la presente tesis para analizarlas de acuerdo a los planteamientos desarrollados hasta ahora. Pasaremos a continuación a desarrollar ciertas cuestiones que deberían tomarse en cuenta sea cual fuere el tema que se pretenda difundir.

### **10.3 La ciencia como proceso:cambio de paradigmas**

Las antiguas concepciones acerca del mundo estaban perfectamente fundamentadas por cuanto se sabía, por las cuestiones de las cuales había que dar cuenta, por el dominio religioso en el campo de la explicación de los fenómenos, etc. Estas concepciones antiguas, si se exponen fuera de su contexto y de fundamentación, parecen absurdas y disparatadas. Pero si se analiza la historia de la ciencia desde una perspectiva constructivista, las concepciones que se creyeron durante siglos resultan del todo coherentes y fundamentadas para el nivel de conocimiento de la época.

Si aventáramos cualquier objeto y preguntáramos cuál fue su trayectoria, muchos responderían que una parábola. Si les preguntáramos si vieron la parábola, tal vez muchos responderían que sí. Y entonces, ¿cómo es posible que durante siglos la humanidad no haya visto tan clara trayectoria parabólica al lanzar cualquier objeto? La historia de la ciencia ofrece cantidad de

ejemplos que constituyen evidencias empíricas del constructivismo. Ejemplos de este tipo deberían difundirse; debería difundirse la evolución de los conceptos y que éstos no sean percibidos como inmutables; para que la ciencia que se difunda consista en un proceso y no en una acumulación de datos (antes se sabía menos y cada vez se sabe más). Las concepciones básicas de los visitantes (que la Tierra es redonda, que se mueve, etc.) podría confrontarse con argumentos que, a menos de contar con sólidos fundamentos, pongan en duda dichos conocimientos previos. Por más que creamos fielmente en la veracidad de los conocimientos científicos actuales (del estado actual de conocimiento científico), muy pocas veces conocemos a fondo su fundamentación y, en este sentido, parece igualmente válido "creerle" a la ciencia o creer en explicaciones alternativas.

Las teorías que durante siglos dieron cuenta de ciertos fenómenos, al igual que las actuales, estaban fundamentadas... muy bien fundamentadas. Si al visitante no se le bombardea con datos; sí, por ejemplo, se le tratara de convencer de alguna de estas antiguas teorías fundamentándola, y luego se le explicara por qué y de qué manera se fue modificando dicha teoría, quizá la ciencia dejaría de ser un conjunto de conceptos aislados, para convertirse en un conjunto de argumentos, dejaría de ser un estado acabado de conocimiento o un proceso meramente acumulativo de hechos conocidos para convertirse en un proceso en continua reestructuración. Es necesario que más que una propuesta, esto constituye un ideal. Para alcanzarlo, no sólo se tendría que modificar la noción de difusión, sino toda la educación. Es un ideal puesto que, siendo francos, ni siquiera los estudiantes universitarios conocen los fundamentos de estas teorías antiguas. Sin embargo, la difusión científica podría constituir el marco en el cual éste tipo de cuestiones comiencen a plantearse generando el interés necesario para que ocurran cambios en el sistema educativo.

## 10.4 Para encontrar respuestas hay que preguntarse primero

Las grandes revoluciones científicas se dieron por modificaciones en las preguntas a las que la ciencia debía dar respuesta. El enorme salto en el entendimiento de la física que dieron Galileo y Newton se originó cuando éstos modificaron las preguntas básicas de la física. Por ejemplo, la cuestión básica ¿qué es el movimiento?, fué sustituida por otras preguntas: ¿cómo se pasa de cierto estado de movimiento a otro?, ¿qué produce el movimiento?, ¿cuáles son los factores que lo alteran? La revolución del constructivismo también consistió en modificar las preguntas. Piaget dejó de preguntarse qué es el conocimiento en sí, para cuestionarse cómo se pasa de un grado de menor conocimiento a un grado de mayor conocimiento.

Por otra parte, ningún producto de difusión puede aclarar todas las posibles dudas, pero sí pueden difundirse las preguntas y cuestionamientos a los que la ciencia intenta dar respuesta. En el visitante a un museo pueden generarse dudas que quizás sean más valiosas que las respuestas que obtenga en su visita.

Ni la escuela, ni los museos, ni la televisión enseñan cómo preguntar. El museo, además de ofrecer las preguntas generales que han dado lugar a la ciencia, podría intentar que el visitante salga con nuevas preguntas para seguir buscando respuestas (en otros museos, bibliotecas, conferencias, etc.).

Un museo de ciencias debería promover el ejercicio de una actividad que está en la base de toda posibilidad de aprender y que es tan vieja como la humanidad (y su ciencia): la pregunta.

Si el museo lograra "abolir" (al menos en cierta medida) *el miedo a la pregunta* (generado en el sistema escolar diseñado en

base a *respuestas correctas* y no a *preguntas correctas*), podría, tal vez, contribuir sustancialmente a la difusión de la ciencia.

Nadie está en posibilidad de saberlo todo. Ni la escuela, ni los museos, ni los anfitriones, ni los padres de familia. La pregunta es condenada, al menos las que son planteadas por los que aprenden y no por los que enseñan. En este sentido, al igual que en la escuela el que pregunta es el maestro y los alumnos los que contestan, en el museo el anfitrión pregunta, las cédulas preguntan, y los visitantes contestan. Claro que el aceptar las preguntas de quienes deberían hacerlas (ejerciendo ese derecho legítimo de todo aquel que quiera aprender que es la pregunta) se corre el riesgo de no saber la respuesta. Y por eso enseñar a preguntar debe ir acompañado del enseñar cómo buscar respuestas.

## 10.5 Prejuicios

Nadie está exento de prejuicios, sea en mayor o menor grado, sea con respecto a más o menos cuestiones. Parte de estos prejuicios corresponde a las ideas y creencias alternativas que expusimos en el apartado anterior y que tanto preocupan a algunos divulgadores.

Propondremos a continuación dos propuestas susceptibles de ser realizadas en un museo de ciencias a fin de exponer el tema de prejuicios.

**a. Actores prototípicos.** Se podrían representar prototipos de diferentes concepciones científicas (alguien convencido de la física aristotélica o alguien incrédulo de la ciencia, etc.), que podrían realizar los mismos guías y anfitriones de los museos (con una muy buena preparación que les permita fundamentar tales concepciones y defenderlas en una discusión). Con ello se pretendería exponer al visitante a posiciones extremas acerca del mundo. Si se logra

provocar al público generando discusiones quizás el visitante, al defender su concepción, se enfrente al grado de fundamentación que la sostiene, quizás el público dude, y la duda será el mejor motivador para buscar respuestas.

**b. Módulos de prejuicios.** En cierto museo de ciencias de Canadá, según me contaron, existe una sala que lleva por nombre "Prejuicios". Si existe realmente, sería un muy buen modelo a seguir (empezando por el nombre), y si no, ojalá pudiera llevarse a cabo. Uno de los módulos de esta supuesta sala consiste en una tómbola (como la de la lotería nacional) con x número de bolas negras y 4 bolas rojas., cuya cédula dice lo siguiente:

"las bolas negras representan el número común de aminoácidos entre las personas de piel clara y las de piel oscura, las bolas rojas representan el número de aminoácidos diferentes, ¿son suficientes las bolas rojas como para hablar de razas?"

## **10.6 Hacia la interacción**

A partir del análisis desarrollado en la parte III del presente trabajo, donde concluimos que los museos de ciencia son más manipulativos que interactivos, no hemos vuelto a tocar explícitamente este tema.

La interacción ha sido analizada teóricamente, como todos los temas aquí tratados, y al igual que el resto, advertimos que pasar de la reconceptualización teórica al replanteamiento práctico implica un esfuerzo que no hemos intentado realizar aquí.

Sin embargo, si la manipulación motriz que los museos de ciencia permiten no favorece la interacción ¿qué es lo que la favorecería? El organizar museográficamente la información (como lo propusimos para el tema de las medidas, donde se presenta

paralelamente el desarrollo histórico de ciertas concepciones científicas y el desarrollo del sistema de medidas), el convencer al público de cierta explicación para luego mostrarle que ésta no se sostiene, el enfrentar el conocimiento aceptado como válido a otros fundamentos que lo contradicen, el promover la duda, el fomentar las preguntas abrirían la posibilidad de que el visitante interactúe con el objeto de conocimiento.

Las grandes revoluciones científicas se caracterizaron por cuestionarse lo que parecía obvio (mostramos antes el ejemplo de Piaget que se cuestiona sobre la génesis de las nociones de conservación), por poner en duda lo que el sentido común considera como explicación. El cuestionar al visitante sobre lo que a éste le parece obvio, el poner el duda lo que su sentido común considera como cierto, etc., generan situaciones en las cuales la interacción se hace posible.

La manipulación que los museos actuales de ciencia permiten (o la "participación" como mencionaba el Ing. José de la Herrán en la inauguración del último congreso de divulgación ya citado) pueden atraer al público, pero, una vez lograda su atención la interacción debe lograrse considerando otros aspectos (y no los meramente motrices). Una cuestión de suma importancia que debe considerarse con respecto a la manipulación de los equipamientos de museo es la siguiente: ¿no será que, sin quererlo, están favoreciendo la idea de que en ciencia todo es posible, que basta con apretar un botón o girar una manivela?

La interacción se refiere a un proceso cognitivo que puede presentarse a partir de una manipulación motriz (o puede ser posible a través de esta manipulación) pero que no se limita a ella.

## 10.7 Conclusiones finales

. Las ciencias sociales en la difusión no sólo permiten analizar esta labor (como ha sido el caso de la psicología en el presente trabajo), sino que constituyen un contenido en sí mismo, susceptible de ser difundido.

. El desarrollo de las sociedades no es sólo susceptible de ser estudiada científicamente, además condiciona y a veces determina el desarrollo de las ciencias físicas. En este sentido, la sociedad no sólo es el paisaje que adorna el desarrollo de las ciencias físicas, no sólo explica a nivel psicológico los procesos que en este desarrollo están involucrados, sino que tiene que ver intrínsecamente con su desarrollo.

. Las problemáticas de cómo hacer accesible el conocimiento científico sin distorsionarlo, de cómo motivar a los jóvenes hacia la ciencia, de cómo competir con los prejuicios, las ideas y creencias alternativas al conocimiento científico, etc., pueden ser replanteadas desde una perspectiva constructivista que, al modificar la noción misma de ciencia y de aprendizaje modifica la noción de difusión.

. Además de ofrecer datos y de informar acerca de adelantos, la difusión debería promover cuestiones como dónde buscar, cómo resolver dudas específicas, cómo y qué preguntar para encontrar respuestas (si uno no tiene una pregunta clara no encuentra respuestas y el primer paso para resolver una duda es aclarar la pregunta).

En el caso específico de un museo de ciencias, el visitante, como receptor de información, no tiene la posibilidad de plantearse preguntas, de generar hipótesis, de intentar resolver problemas nunca antes planteados. Quizás en sus visita obtenga mucha información (en el mejor de los casos), pero no habrá logrado pensar de manera científica, no habrá logrado traspasar la información que el museo le ofrece; recibirá cierta información, pero no sabrá cómo conocer, cómo averiguar lo que aún no sabe.

. Tanto quienes defienden a la difusión como medio de enseñanza, como complemento de la educación formal, como quienes consideran que enseñanza y difusión son cosas distintas, no distinguen aprendizaje de memorización así como la escuela confunde continuamente conocimiento con calificación. Tanto en el museo con en la escuela se pretende que se aprenda algo, llámese "datos", "teorías", "fórmulas" o "noción de ciencia". Entendido el aprendizaje desde una perspectiva constructivista (en contraposición a la concepción empirista implícita en lo que por

aprendizaje se entiende comúnmente), es posible replantear las relaciones entre los medios de difusión de la ciencia y la institución escolar.

. Hemos fundamentado el por qué los museos de ciencia son manipulativos pero no logran una real interacción. Los ejemplos expuestos de situaciones que permitirían dicha interacción exigen mucho más que sólo ser llevados a la práctica para que, ahora sí, los museos de ciencia sean interactivos. Los fundamentos teóricos los ofrece el constructivismo y, en este caso en particular, la psicología genética de Jean Piaget. Pero la aplicación práctica de tales fundamentos exige, por parte de la difusión, de investigación propia.

. Con respecto al uso de modernas tecnologías en la construcción de los módulos de los museos de ciencia cabe señalar que implican ciertos riesgos:

a) Los fenómenos explicados pueden no ser entendidos como fenómenos que se presentan de manera "natural" en el mundo físico, sino como producto de los mecanismos del equipamiento (y en este sentido tienen "truco").

b) La ciencia parece ser consecuencia del desarrollo tecnológico. Las relaciones entre ciencia y tecnología no se explican y esto puede tener una consecuencia aún peor: que en ciencia todo es posible, basta encontrar el aparato adecuado.

Por otra parte, no hay que desconocer el hecho de que esta tecnología presente en los módulos que los museos exhiben constituye uno de sus mayores atractivos.

. La crítica realizada a la manipulación de los museos de ciencia no pretende, de ninguna manera, proponer museos contemplativos como lo fueron los primeros. La manipulación puede ser un excelente medio para favorecer la interacción, siempre y cuando no se piense que esta interacción es un hecho una vez permitida la manipulación.

. Hemos fundamentado una nueva concepción de difusión de la ciencia donde se difundan los diferentes paradigmas científicos, donde no se ignoren las preguntas que han dado origen a los avances científicos, donde se difundan argumentos y no sólo conceptos, la evolución de estos conceptos y no sólo a éstos como datos, donde se difunda la naturaleza y estructura de la ciencia y no sólo su contenido, donde se transmita una idea de la ciencia como un proceso de continuas reestructuraciones.

. Ha quedado de manifiesto la multidisciplinariedad de la divulgación y la importancia de los psicólogos en un equipo de este tipo.

La difusión así concebida no sólo podría contribuir a aumentar la matrícula de jóvenes que se inscriban en carreras científicas, no sólo podría favorecer una sociedad que apoye la producción y el desarrollo científico contribuyendo así a la independencia científica (y con ella la económica y política) de Latinoamérica, no sólo podría ayudar a disminuir la distancia entre científicos y no científicos fomentando una sociedad que no acepte las decisiones impuestas, que exija fundamentos. Podría contribuir, además, a que la ciencia sea percibida como un proceso en continuas reestructuraciones donde la sociedad interviene directamente en su desarrollo, que se valore la utilidad de la ciencia no sólo por su aplicación tecnológica, que la ciencia no sea vista sólo como un contenido ni como una serie de datos a memorizar para un examen, que la ciencia sea concebida como una manera de pensar, de razonar, de ver al mundo. En pocas palabras: que la ciencia pase a formar parte de la cultura.

## APÉNDICE

## **1. Publicaciones**

En 1957 se publica Mixhuntul, revista de la Facultad de Ciencias de la UNAM que incluía artículos de ciencias sociales y humanísticas. En 1968 la Sociedad Matemática incorpora en su revista Matemática, publicada desde 1957, artículos sobre aplicaciones y cultura matemática y se comienza a distribuir, además de en el ámbito académico y universitario, en varias librerías de la capital. En ese mismo año se crea la revista Física que a su vez da origen, un año más tarde a la revista Naturaleza que continuaría publicándose mensualmente hasta 1984. El Dr. Luis Estrada es quien la crea en colaboración con la UNAM y es alrededor de esta publicación donde se forma un grupo de divulgadores que promoverían esta labor en el país.

En 1975 CONACYT edita la revista bimestral Ciencia y Desarrollo para dar a conocer la producción científica del país. En 1977 esta misma institución publica Información Científica y Tecnológica, ICYT y más recientemente TecnoIndustria.

En 1980 el Ing. Guillermo Fernández de la Garza funda Chispa, revista mensual de difusión científica dirigida a niños.

Entre las publicaciones más importantes realizadas en México por diversas instituciones se encuentran: Ciencias, de la Facultad de Ciencias de la UNAM; Tópicos de Investigación y Posgrado de la Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza de la UNAM; Avance y Perspectiva del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV; Contactos de la Universidad Autónoma Metropolitana, UAM; Investigación Hoy del Instituto Politécnico Nacional, IPN; Biología del Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología A.C.; Cuadernos de Nutrición, Extensión y La ciencia y el hombre, de la Universidad Veracruzana; Ciencia Nicolaita de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; El Barco de Papel del Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología; Divulgare, Paradigmas, Semillero y Yubal, de la Universidad Autónoma de Baja California; Elementos, de la Universidad de Puebla; El Cronopio de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; El Universo de la Sociedad Astronómica Mexicana y Prisma Científico de la Asociación Mexicana de Periodismo Científico.

## **2. La radio**

La mayoría de las radiodifusoras no incluyen temas de ciencia en su programación salvo las emisoras de la UNAM, Radio Educación y las del Instituto Mexicano de la Radio, IMER.

Entre las series producidas por la UNAM se encuentran: Actividades científicas (1972), En la ciencia, Un espacio para la ciencia (transmitida en Radio Educación).

Radio Educación ha producido: El cajón de las sorpresas, De puntitas, Radio Rin, Radio sí.

CONSET y CONACYT también han producido algunas series transmitidas en Radio Educación y Radio UNAM.

### **3. Televisión**

Al nivel nacional los canales 11 y 22 son los que incluyen regularmente emisiones dedicadas a la ciencia dentro de su programación. Estos programas son realizados con el apoyo de CONACYT, de la UNAM, del IPN, o consisten en retransmisión de programas producidos en otros países del mundo.

Al nivel de televisión por cable, Discovery Chanel dedica la totalidad de su programación a temas científicos.

### **4. Cine y video**

La UNAM restaura y conserva películas antiguas de ciencia y cuenta con un acervo de filmes de ciencia de otros países en su Filmoteca. Esta institución ha participado, junto con la Asociación Mexicana de Recursos Audiovisuales Científicos, en la organización de festivales anuales de cine científico. Para 1993 se habían realizado 8 festivales en diferentes estados de la República. Las universidades públicas estatales también han producido filmes y videos de ciencia.

CONACYT ha producido también películas de ciencia y en la década de los 70, entre su producción, dos filmes fueron premiados: Maíz superenano de Enrique Escalona y Uxpanapa de Héctor Cervera.

El Instituto Nacional Indigenista ha producido documentales antropológicos.

La Academia de la Investigación Científica inició en 1979 una serie de videos dedicados a la difusión de la ciencia.

### **5. Museos y centros de ciencia**

México cuenta con los siguientes 12 museos de ciencia que constituyen el 50% de los existentes en toda Latinoamérica.

Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en el Distrito Federal.

Museo de Historia Natural, en el Distrito Federal.

UNIVERSUM, Museo Interactivo de Ciencias de la UNAM, en el Distrito Federal.

El Papalote Museo del Niño, en el Distrito Federal, y su Museo Móvil, El Papalote Móvil, que recorre la República exhibiendo las exposiciones temporales que se exhiben en el Papalote de la Ciudad de México.

Centro Cultural Alfa, en Nuevo León.

Descubre, en Aguascalientes.

Centro de Ciencias de Sinaloa.

Explora, en León, Guanajuato.

Museo de Ciencia y Tecnología del estado de Veracruz.

La Burbuja Museo del Niño, en Sonora.

Casa de la Ciencia, en Ensenada, Baja California.

Casa de la Ciencia de Atlixco, en Puebla.

El Rehilete, en Pachuca, Hidalgo.

Museo de la Luz, en la Ciudad de México.

## 6. Libros

En cuanto a libros de difusión de la ciencia, aquí sólo haremos mención de dos colecciones que nos parecen sumamente relevantes: "La ciencia desde México" y "Los Libros del rincón".

"La ciencia desde México", creada en 1986 por la física Alejandra Jaidar, publicada por el Fondo de Cultura Económica, alcanzó, en 1993, más de 120 títulos con más de 1,300,000 ejemplares vendidos en México, el resto de Latinoamérica, España y E.E.U.U.

"Los libros del rincón", colección coordinada por Marta Acevedo, publicada por la Secretaría de Educación Pública, dedicó 70 títulos a la ciencia. Estos libros se distribuyeron gratuitamente a escuelas urbanas y rurales cubriendo gran parte de la República. Actualmente ya no se siguen editando y la creación de bibliotecas en las escuelas, proyecto que se quería realizar con esta colección, ha quedado lamentablemente parado.

## 7. La prensa de gran tiraje

A finales de los ochentas los diarios de la capital empiezan a incluir notas, artículos y reflexiones sobre ciencia. El suplemento de ciencia de La Jornada, las páginas culturales y de ciencia de El Financiero, el suplemento Divulga de El Nacional, los suplementos en el Excélsior y en El Universal, son algunos ejemplos.

## 8. Instituciones y asociaciones

El Dr. Luis Estrada promueve en el año 70 la creación de un Departamento de Ciencias en la Dirección General de Difusión Cultural de la UNAM. Este Departamento se transformaría en 1980 en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia. En 1989 este centro pasa al área de la investigación científica y en ese mismo año se nombra como director al Dr. Jorge Flores quien crea el Museo de Ciencia UNIVERSUM de la UNAM y del que fue director hasta 1997. En 1997 el Centro se convierte en Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

En 1986 se crea la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT) que ha realizado, desde 1991, congresos anuales de difusión de la ciencia en diferentes estados de la República. El congreso de 1997 se llevó a cabo en la ciudad de Puebla y estuvo dedicado a los museos de ciencia.

La SOMEDICYT en colaboración con el CONACYT y la UNAM estableció el Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia.

SOMEDICYT ha apoyado la realización de ferias, cursos, muestras y exposiciones como el Túnel de la Ciencia situado en la estación La Raza del Metro, en la ciudad de México.

La Asociación Mexicana de Recursos Audiovisuales, AMRAC, fundada en 1985 es filial de la Asociación Internacional de Cine Científico y convoca a festivales anuales de difusión científica en medios audiovisuales.

Entre otras asociaciones que realizan importantes actividades de difusión están: la Asociación Mexicana de Planetarios (AMPAC), la Sociedad Astronómica de México, la Sociedad Astronómica del Centro Cultural Alfa, la Asociación Mexicana de Periodismo Científico, la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia.

De muy reciente creación se encuentra la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia (AMCCYT). Pertenecen a esta asociación los siguientes museos: El Papalote, museo del niño y El papalote móvil; Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); Museo de Historia Natural; Centro Cultural Alfa; Descubre; Centro de Ciencias de Sinaloa; Explora; Museo de Ciencia y Tecnología de Veracruz; La Burbuja; museo del niño; Casa de la Ciencia; UNIVERSUM; museo interactivo de ciencias de la UNAM.

## **9. Instituciones formativas de profesionales en difusión de la ciencia**

El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM cuenta con un Diplomado en Divulgación de la Ciencia, ahora a cargo de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

El Claustro de Sor Juana y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), también cuentan con diplomados en difusión científica.

En noviembre de 1997 el Fondo de Cultura Económica y la UAM anunciaron la creación de un Diplomado en Comunicación de la Ciencia.

## REFERENCIAS

### Libros

Banks, I. (1991) Las grandes dimensiones interaccionistas y constructivistas. En Piaget, J., Vygotsky, L. Pensamiento y Lenguaje. Estudios en la perspectiva de la psicología soviética. Sao paulo.

Boring, E (1992) Historia de la psicología experimental. México: Trillas (Trabajo original publicado en 1976).

Carnap, R. (1949) Logical Foundations of the Unity of science; en: H. Feigl, W. Sellars Readings in Philosophical Analysis. (pp. 408-423) E.E.U.U: Appleton-Century-Crofts, inc.

Carnap, R. (1956) The methodological character of theoretical concepts. En Feigl, H., Scriven, M. The foundation of science and the concepts of psychology and psychoanalysis. E.E.U.U: University of Minnesota Press, Minneapolis.

Cereijido, M. (1997) Por qué no tenemos ciencia. México: Siglo XXI.

Einstein, A (1981) On the Method of Theoretical Physics, en Carl Seeling (comp.) Albert Einstein, Ideas and opinions. E.E.U.U: Lauret Editions.

Fraisse, P. (1976) La evolución de la psicología experimental; en: J. Piaget Tratado de psicología experimental. Vol I-Historia y Método de la psicología experimental. p.p. 9-93. Buenos Aires: Paidós.

García, R. (1981) Nature Plade not Guilty. Oxford: Pergamon Press.

Gil, M. (1997) Conocimiento científico y acción social. México: Gedisa.

Glockner, J. (1996) Los volcanes sagrados. Mitos y rituales en el Popocatépetl y la Iztaccíhuatl. México: Grijalbo.

Hanson, N. (1965) Patterns of discovery. Great Britain: Cambridge University Press.

Hempel, C. (1949) Logical Analysis of Psychology; en: H. Feigl, W. Sellars Readings in Philosophical Analysis. (pp. 373-384). E.E.U.U: Appleton-Century-Crofts, inc.

Piaget, J. (dir.) (1967) Logique et connaissance scientifique. France: Gallimard.

Piaget, J. y B. Inhelder (1984) Psicología del niño (12va ed.). Madrid: Morata. (Trabajo original publicado 1969).

Piaget, J y R. García (1989) Psicogénesis e Historia de la ciencia (4ta ed.). México: Siglo XXI.

Kohl, M. (1993) Vygotsky. Sao Paulo: scipione

Kula, W (1980) Las medidas y los hombres. México: Siglo XXI. (Trabajo original publicado en 1979).

Skinner, B. (1972) Más allá de la libertad y la dignidad. Barcelona: Fontanella. (Trabajo original publicado en 1971).

Vygotsky, L. (1985) Pensee et Language. París: Terrains. (Trabajo original publicado en 1934).

Vygotsky, L. (1978) Mind in society. The Development of Higher Psychological Process. Londres: Harvard University Press.

### **Publicaciones periódicas**

Arechavala, R., Ochoa, Y. (1995) La ciencia: ¿Pasatiempo de actores o pasatiempo de espectadores? Nuestras barreras culturales en el camino a la ciencia. En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 91-97). San Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Bonfil, M. (1991) ¿La divulgación científica tiene los mismos objetivos que el arte?. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp.92-93). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Bonfil, M. (1992) La divulgación científica y la enseñanza de la ciencia: el compromiso hace la diferencia. En La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 88-90). Xalapa, Veracruz, México: editado por SOMEDICYT.

Bonfil, M. (1995) La divulgación de la ciencia como difusión cultural. En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 37-39). San Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Burgos, E. (1991) El sentido de la divulgación de la ciencia. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (p. 37). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Castillo, A. (1991) Un modelo de trabajo para los museos de ciencias. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 66-69). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Cerejido, M. (1995) México ha logrado desarrollar una investigación excelente, ahora debería desarrollar la ciencia, cambio cultural que constituye un reto formidable a sus divulgadores. En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 55-61). San Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Chimal, C. (1991). La divulgación de la ciencia: cómo y quién. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 34-36). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Duran, J. Geoffrey, A., Geoffrey, P. (1989) The public understanding of science. Nature, 340, 11-14.

Estrada, L. (1991). La divulgación de la ciencia. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 113-115). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Ferreiro, E. (1971) Piaget. Los hombres de la historia: La historia universal a través de sus protagonistas, 169, 112 págs. Centro Editor de América Latina.

Ferreiro. E (1985) Psicogénes y educación. Publicación del Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV

García, R. (1982) El desarrollo del sistema cognitivo y la enseñanza de las ciencias; en Enseñanza de las ciencias naturales y sociales en México. Revista Educación N° 42, Consejo Nacional Técnico de educación.

Gaspar, S., López, C. (1992) Los centros de ciencia: ¿una alternativa para la divulgación científica?. En La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 61-63). Xalapa, Veracruz, México: editado por SOMEDICYT.

Gottdiener, J. (1997) La revista de divulgación científica Naturaleza (1968-1984). En Naturaleza (pp. 31-39), Vo. 48, No. 4.

Greco, P. (1984) Reducción y construcción. En Archives de Psychologie, Vol 53, No 204. Geneve: editions Medicine et hyigiene.

Guerrero, G. (1992) Publicidad y promoción de la divulgación de la ciencia: consideraciones, métodos y propuestas. En La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 68-70). Xalapa, Veracruz, México: editado por SOMEDICYT.

Guevara, P. (1995) La divulgación de la ciencia como labor cultural (RELATORIA). En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. (pp. 47-48). San Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Licea de Arenas, J., Arévalo, G. Valles, J. (1997) Un "Museo" del Niño (Resumen). En Museos y Exposiciones de Ciencias. Resúmenes del Séptimo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (p.11), Cd. de Puebla, Puebla, México: SOMEDICYT.

López, C. (1985) La creatividad en la divulgación de la ciencia, Naturaleza (pp 291). Vol 14, No 5.

López, G., Villavicencio, R. (1992) Dos obstáculos que enfrenta la divulgación de la ciencia en la infancia. En La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 97-99). Xalapa, Veracruz, México: editado por SOMEDICYT.

Morales, M., Porras, D. (1991) Divulgación científica o socialización del conocimiento científico. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 25-26). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT

Robles, M., Núñez, C. (1991) La divulgación: la otra voz de la ciencia. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 100-101) Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Tonda, J. (1992) La función educativa de la divulgación. En La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp.85-86). Xalapa, Veracruz, México: editado por SOMEDICYT.

Tonda, j. 81995) Divulgación y educación. En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. (pp. 88-90) San Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT:

Trigueros, M. (1995) Divulgación y enseñanza de la ciencia. En Divulgación de la ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. (pp. 33-36). Sin Nicolás Hidalgo, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Trueba, J. (1991) La divulgación de la ciencia y la sociedad democrática. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 38-40). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

Vilar, J. (1991) La ciencia que se divulga. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (pp. 59-62)

Zamarrón, G. (1991). Palabras de Guadalupe Zamarrón, presidenta de la SOMEDICYT. En Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia (p. 7). Cd. de Morelia, Michoacán, México: editado por SOMEDICYT.

## **Tesis**

Castillo, A. (1998). Science Centres: an evaluation of new methods of communication science through exhibitions. A thesis submitted for the degree of Master of Philosophy (Museum Studies). University of Leicester.