



01046 5

2º

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA  
COMO LITERATURA

Tesis  
que para obtener el título de  
Maestra en Literatura Comparada  
presenta  
Ana María Sánchez Mora



México, D.F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
SERVICIOS ESCOLARES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA  
COMO LITERATURA**

**TESIS**

**COMPLETA**

Stephen Jay Gould and I aren't just popularizers. Our ideas actually influence and change people's lives -change the way other scientists think, make them think in a different, constructive way. There's a tendency to downplay popularizing. I would not want to use the word "popularizer" for either of us. It's hard to draw a line between the creative and the popularizing. I like to think of myself as a creative force in the field. This differs from reporting -writing a book that explains the existing orthodoxy so that people can understand it. We don't do that. We do something creative: we change people's minds.

Richard Dawkins

## **AGRADECIMIENTOS.**

Muchas personas me ayudaron y apoyaron desde el inicio de la maestría para realizar este trabajo. A todas ellas mi más profundo agradecimiento.

Dra. Luz Aurora Pimentel

Dra. Rosa Beltrán

Jefatura del Departamento de Literatura Comparada FFyL.

Dr. Jorge Flores Valdés

Director del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia.

Maestro Jorge Alcázar

Asesor y Director de esta tesis.

Dr. Carlos López Beltrán

Revisor de esta tesis.

Dr. Gabriel Weisz

Dr. Luis Estrada

Biól. Hernando Luján

Consejeros de esta tesis.

Fís. Martín Espinosa

Apoyo informático.

## **LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA COMO LITERATURA**

### **I Introducción**

La ciencia, parte de la cultura. Su importancia en nuestra época. El divorcio entre ciencias y humanidades. La divulgación como puente.

### **II Breve historia de la divulgación de la ciencia del siglo XVII al siglo XVIII**

El lenguaje de la ciencia

Galileo divulgador

Las sociedades científicas y las publicaciones

La influencia de Newton

La Enciclopedia

### **III Breve historia de la divulgación de la ciencia del siglo XIX al siglo XX**

La especialización de la ciencia y su lenguaje

Divulgación en el siglo XIX

La nueva edad dorada

Divulgación de las nuevas ideas

La bomba atómica y el Sputnik

Un nuevo estilo de divulgación

### **IV Una mirada a la divulgación de la ciencia**

El placer y la necesidad

Cómo hacer la divulgación de la ciencia

El periodismo científico

Creatividad y divulgación

- V El problema de las dos culturas**  
Ciencia y humanidades  
El otro extremo  
La cultura científica  
Literatura y ciencia  
Literatos vs científicos  
Hamlet y la estructura del ADN
- VI Clásicos de la divulgación**  
Textos precursores  
La importancia del estilo  
Textos ejemplares de divulgación de la física
- VII Literatura, ciencia y divulgación**  
Ciencia y literatura  
Lo literario  
La intersección  
Divulgación y literatura  
Recursos literarios
- VIII El lector y el texto de divulgación**  
Dos famosos divulgadores  
El estilo docto  
El trato al lector  
El carácter "virtual" del texto  
El proceso de lectura
- IX Conclusiones**
- X Bibliografía**



## I INTRODUCCIÓN

La ciencia es una creación humana que desempeña un papel indiscutible en el proceso de civilización; es una actividad intelectual cuyos resultados repercuten en todos los ámbitos de la existencia. La ciencia es parte de la cultura. Sin embargo, en general se tiene la imagen falsa de que la ciencia es una labor ajena a las demás actividades humanas. ¿Cómo surge esta tajante división entre ciencias y humanidades? Todavía hasta fines del siglo XIX, cualquier persona culta podía leer, al igual que una obra literaria o filosófica, una gran variedad de obras científicas. El conocimiento científico formaba un solo cuerpo, al que se llamaba filosofía natural y el acceso a este conocimiento se efectuaba verbalmente; existía una comunicación textual entre científicos y legos. Desde el inicio del siglo XX y más notablemente a partir de la segunda guerra mundial, la ciencia, en su avance, emplea cada vez menos el lenguaje del "sentido común". A finales del siglo XX, esta comunicación ya presenta un abismo que parece infranqueable: el lenguaje superespecializado de la ciencia moderna.

La divulgación de la ciencia<sup>1</sup> pretende, dejando por el momento de lado el cómo, hacer accesible ese conocimiento superespecializado. No se trata de una traducción en el sentido de un traslado de un idioma a otro sino de tender un puente entre el mundo de la ciencia y los otros mundos. Si aceptamos que es incuestionable la importancia de la ciencia, la importancia de tal comunicación no lo es menos, pues es el canal que permite al público lego la integración del conocimiento científico a su cultura.

---

1) En este trabajo, con la expresión "divulgación" me referiré exclusivamente a la que se hace por escrito. La divulgación que utiliza otros medios tiene otros logros, distintos alcances y diferente problemática; aun así, cualquier trabajo de divulgación tiene como base un texto escrito.

Si bien es cierto que entre la divulgación y la enseñanza no hay una frontera bien definida, puede decirse que la enseñanza, al plantear los conceptos, lo hace (o por lo menos, lo intenta) enfatizando el ideal del método científico, aunque hay que hacer notar que con ello no necesariamente ha salido beneficiada. La trasposición didáctica, es decir, el paso del conocimiento como producto primario de la investigación científica al conocimiento que ha de enseñarse, debe tomar en cuenta la riqueza de los procesos reales de la elaboración del conocimiento primario (Johsua, 1993, 225); de otro modo, la trasposición será una degradación y lo mismo puede ocurrir con la divulgación.

La distinción entre el texto científico y el de divulgación tampoco es tajante; hay puntos en que ambos discursos se tocan y hasta confunden. Pero su intención es distinta, por lo que los recursos de que deben disponer son distintos. Mientras la ciencia tiene para apoyarse y darle sentido a sus conceptos todo un acervo de técnicas, de metodologías teóricas y prácticas y diversos tipos de lenguaje, fundamentalmente el matemático, la divulgación debe en cierto sentido prescindir de ello y utilizar sólo las herramientas del lenguaje natural para recrear los conceptos de la ciencia, reproducir las imágenes, usar los modelos y rescatar el espíritu del conocimiento científico.

La divulgación de la ciencia puede o no hacer énfasis en el método científico pero, como luego veremos, los recursos de que echa mano pertenecen más a la literatura que a la ciencia. Esta idea de que la divulgación tiene más nexos con la literatura que con la ciencia es netamente personal y lo aclaro porque una gran parte de científicos y divulgadores sustenta la postura contraria. Los que pretenden que la divulgación debe ser pura información, una especie de "noticias científicas" pero expresadas en palabras llanas, ciertamente no encuentran ninguna relación entre

divulgación y literatura. Yo creo que la imaginación del lector se compromete con la originalidad y que tratar un tema científico con el concepto creativo de la literatura en el sentido de una forma de expresión personal e innovadora, debe ser el ideal de la obra de divulgación. Independientemente del tema científico, la obra debe provocar placer en el lector. Por otro lado, la divulgación debe ser fiel al mensaje científico en el sentido de transformar sin desvirtuar y por ello debe utilizar con cautela los recursos literarios, pues su aplicación tiene límites, problema que trataremos posteriormente.

Así como el estudio de la literatura no hace mejor al escritor como creador, el análisis de esos recursos por parte del divulgador no garantizaría el éxito de su labor. Sin embargo, el divulgador ni siquiera tiene acceso, ya no digamos a un cuerpo teórico, a un método sistemático que le permita una reflexión seria sobre los procesos de recreación involucrados y en particular sobre el uso de los recursos. En la literatura interviene un texto especial que es el de la crítica. Esto quiere decir que existe un objeto, la obra literaria o literatura y otra literatura que problematiza aspectos de la primera. En el caso de la divulgación tenemos un objeto de la ciencia que es descrito en términos especiales que logran capturar la atención, la imaginación y la creatividad del lector, pero hasta ahora no ha sido planteado el "problema de la divulgación" como se ha hecho con la literatura.

El problema de la divulgación de la ciencia es uno de gran complejidad. Atacarlo es tan difícil como apuntar a un blanco móvil. La divulgación es una labor que no admite una sola definición, que además cambia según el lugar y la época. Para unos, divulgar sigue siendo traducir; para otros, enseñar de manera amena, o informar de manera accesible; se dice también que divulgar es tratar de reintegrar la ciencia a la cultura.

Optemos por una definición operativa: divulgar es recrear de alguna

forma el conocimiento científico. Entonces resurge el "cómo" que habíamos dejado de lado, y he aquí que no existe consenso alguno. ¿El fin de la divulgación es didáctico, estético, recreativo u otro? ¿La divulgación nace con la propia ciencia, o surge cuando la ciencia se superespecializa? ¿Se hace la misma divulgación en alemán, en francés y en inglés? ¿Es igual la divulgación que hace un practicante de la ciencia que la que hace alguien que no la practica? Si divulgar es recrear, ¿cuánta debe ser su profundidad? ¿para quién se recrea? Y peor aún, ¿cuándo se considera que tiene éxito? ¿Cómo son recibidos por el lector los textos de divulgación?

Luego de doce años de experiencia en el campo de la divulgación escrita me percaté que, de todas esas interrogantes, podía dar respuesta, meramente intuitiva, a unas cuantas. Por otra parte, la revisión constante de la hasta ahora escasa bibliografía sobre el tema de la divulgación me hizo notar que existen tres vertientes al respecto: la de los comunicólogos, cuyo interés principal es la transmisión de un mensaje y los procesos que intervienen (corriente muy aceptada en lengua francesa); la de los popularizadores de la ciencia, con interés fundamental en los productos (más trabajada en lengua inglesa) y la corriente de la integración de la ciencia y las humanidades, donde me sitúo.

De esa revisión bibliográfica también me quedó claro que existen más obras dedicadas al problema del alejamiento de las ciencias y las humanidades que a su solución, la divulgación de la ciencia.

Todas las consideraciones anteriores me impulsaron a buscar un método aplicable al estudio de la divulgación escrita. Y estoy convencida de que, por las ideas que he expuesto, las nuevas teorías de la literatura podrán ayudar a responder algunas interrogantes.

Como alumna de literatura comparada, he tenido la oportunidad de revisar teorías y escuelas que analizan el texto literario desde muchos

ángulos: histórico, social, político, psicoanalítico, estructural y lingüístico, entre otros. De todas ellas, la que más me llamó la atención es la teoría de la recepción, que considera al lector como uno de los polos de la obra literaria, el elemento que concreta el texto creado por el autor. Esta sola idea sirvió para hacerme consciente de uno de los problemas mayores que está latente en el análisis de la divulgación de la ciencia. ¿Qué es lo que hace que un texto de divulgación sea atractivo para el lector, que le aporte algo más que mera información, que lo haga suyo; en otras palabras, que tenga éxito? "A la hora de considerar una obra literaria, ha de tenerse en cuenta no sólo el texto en sí sino también, y en igual medida, los actos que lleva consigo el enfrentarse a dicho texto" (Iser, 1972, 215). Esta postura expresada por Iser es de suma importancia para la divulgación; pues de olvidarse del receptor, se arriesga a perder su sentido primordial: comunicar.

Por otra parte, todo texto escrito impone ciertos límites a sus implicaciones. El texto de divulgación, muy especialmente, tiene, como ya mencioné, una limitación: un compromiso con la fidelidad al concepto científico. ¿Cómo puede el divulgador salir adelante con ese compromiso si la abstracción de la ciencia, en palabras de Steiner "ha dividido la experiencia y la percepción de la realidad en dominios separados"? (Steiner, 1969, 34). Los conceptos científicos expresados en forma matemática dan una imagen del mundo que no puede ya expresarse mediante una estructura verbal; hay un rompimiento con el lenguaje del "sentido común". En particular, muchos conceptos de la física moderna no son accesibles mediante la palabra. Más aún, este abismo de comunicación es tan grave entre las distintas ramas de la ciencia como lo es entre ciencias y humanidades o entre científicos y legos. Hay quienes mantienen que no tiene sentido tratar de encontrar puentes entre ambos mundos, tratar de explicar

al lego los conceptos de la realidad de la ciencia moderna. Yo creo que sí lo tiene, aunque acepto que hacerlo mediante metáforas aproximadas o trivializaciones es extender la falsedad y alimentar la ilusión de que se ha comprendido.

La física suele (con buenos resultados) atacar los problemas complejos estudiando sus partes por separado para luego unir las soluciones. Siguiendo esta línea, me limitaré a tratar la cuestión antes esbozada sobre la relación de la buena divulgación con la literatura, relación en la que descansa, según trataré de probar, el éxito de un texto de divulgación. Me referiré preferentemente a textos de divulgación de la física, en lengua inglesa, publicados entre 1940 y 1990. Para ubicar estos límites de idioma, tiempo y espacio, haré primero una breve revisión histórica de la divulgación de la ciencia, no exclusiva de la física aunque sí de las llamadas ciencias naturales.

## II BREVE HISTORIA DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA DEL SIGLO XVII AL SIGLO XVIII

Reconstruir la historia de un asunto tan complejo como es el de la divulgación de la ciencia no podía sino empezar con obstáculos. La pregunta ¿cuándo se inicia la divulgación de la ciencia? nos traslada de inmediato al terreno problemático de la definición. Como ya mencioné en la introducción, no existe un consenso; sin temor a exagerar, podría decirse que cada divulgador tiene su definición de divulgación, que si bien puede coincidir con otros en el producto final, no necesariamente lo hace en cuanto a método y enfoque. Si nos apegamos a la "definición operativa", es decir, **la divulgación es una recreación del conocimiento científico para hacerlo accesible al público**, por lo menos tenemos un punto de partida.

Dejemos para la parte literaria el análisis de lo que "recreación" pueda significar y enfoquemos nuestra atención en la frase "para hacerlo accesible al público". Ésta nos habla de una intención hacia un público alejado de la ciencia o de algunas de sus ramas. El hilo que seguiremos en esta historia será el de ese alejamiento, idea que lleva implícita la evolución del concepto de divulgación, que corre paralela a la transformación del lenguaje científico.

Luis Estrada, Premio Kalinga de la UNESCO, sostiene que la divulgación nace con la propia ciencia. Obviamente se refiere a la ciencia moderna, que se libera de las concepciones aristotélicas, la que se basa en la unión de experimento y teoría. La primera revolución científica se inicia desde el momento en que Galileo y sus contemporáneos comprenden que los dos métodos de interrogar a la naturaleza, el empírico y el lógico, no tienen sentido separados. La ciencia se vuelve una forma impersonal de mirar al

mundo, forma que requiere de un nuevo lenguaje simbólico para describir el universo.

## **El lenguaje de la ciencia**

La ciencia es una actividad que atañe a toda la sociedad, aun cuando en su división de labores traslade la responsabilidad de esta actividad a unos cuantos. ¿Qué es lo que hace que se considere a la ciencia y a su comunicación como una actividad diferente a las demás desde el punto de vista cultural?

Hasta el siglo XVII, la esfera del lenguaje común abarcaba casi por completo experiencia y realidad; hoy día, abarca un dominio reducido. En los procesos de observación, experimentación e interpretación lógica, la ciencia, en particular la física, ha ido abandonando la descripción y representación literales de la realidad para entrar a una mayor abstracción que ha dado lugar a un simbolismo de principios. La tendencia a unificar ha triunfado sobre la tendencia a la representación intuitiva y esquemática. La síntesis que es posible lograr mediante los conceptos de ley y relación ha demostrado ser más valiosa que la aprehensión en términos de objetos y cosas.

El método científico de representar cosas es en gran medida simbólico y no literal. La ciencia es una forma simbólica, un modo diferente a otros de captar y expresar el mundo. La estructura físicomatemática producto de la ciencia no es el mundo mismo; es una esfera intermedia entre el mundo y nuestra percepción.

La ciencia es esencialmente hipótesis; no trata con seres reales intuitivos sino con sistemas formales de relaciones. Ninguna oración o proposición que entre en el discurso de las ciencias naturales describe o se refiere



directamente a un dato inmediato de la experiencia sensible. La oración más simple en ese discurso se refiere a otras oraciones. Esto no significa que la ciencia abandone la experiencia. Parte de objetos observables y quiere deducir de sus conceptos o teorías objetos y sucesos que pueden observarse. No se ha cortado la relación con la experiencia sensible, sino que el vínculo se hace cada vez más tenue e indirecto.

Como método, como forma simbólica de interpretar la realidad, la ciencia obra por medio de abstracciones de largo alcance hechas para sus particulares propósitos. Los simbolismos de la ciencia, al igual que los de cualquiera otra región de la experiencia humana, son construcciones ideales condicionadas por la comunidad de forma subjetiva. Pero en la medida en que estas estructuras formales carecen de una conexión directa con los sentidos, parecen ajenas a la experiencia común. Y este simbolismo, aun cuando ayuda a los científicos a expresarse con mayor claridad y brevedad, tiene la desventaja de erigir una serie de lenguajes particulares o jergas que apartan a la ciencia, efectivamente y a veces de un modo deliberado, del hombre ordinario. Es en este sentido que, según Steiner, el mundo de las palabras se ha encogido y que "es imposible parafrasear los conceptos de la ciencia moderna" (Steiner, 1969, 34).

Dice C.P. Snow en *The Two Cultures* que una persona que no ha leído a Shakespeare es tan inculto como uno que ignora la segunda ley de la termodinámica (cfr. Snow, 1978, 15). Sin embargo, las ciencias y las artes no son respectivamente tan inaccesibles o accesibles como mucha gente piensa. Las dificultades que todos tenemos para entender la literatura, la música y la pintura modernas, no son despreciables. Son evidencia de la falta de un lenguaje amplio y general en nuestra cultura, tanto como lo son las dificultades para comprender las ideas básicas de la ciencia moderna. La ciencia y las artes compartían el mismo lenguaje con Goethe. Ya no parecen

hacerlo y la razón es que comparten el mismo silencio. El propósito de la divulgación es tratar de rehacer ese lenguaje universal que pueda unir humanidades, arte y ciencia, para un entendimiento común.

### **Galileo divulgador**

La ciencia como hoy la conocemos es una creación de los últimos trescientos años, producto del mundo que tomó forma alrededor de 1660, cuando Europa se sacudió al fin de la larga pesadilla de las guerras religiosas y se estabilizó para dar lugar a nuevas sociedades, cobrando auge el comercio y la industria. La ciencia es parte de esas nuevas sociedades; ha sido hecha por ellas y ha ayudado a formarlas. El mundo medieval, pasivo y simbólico, veía en las formas de la naturaleza la firma del Creador. El mundo moderno recurre al concepto unificador de causa y efecto.

Galileo logró formular una descripción matemática del movimiento de los cuerpos, que quedó expuesta por entero en sus *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, donde cuestiona todas las concepciones aceptadas, sometiéndolas a prueba por medio del nuevo método, el método experimental.

La invención de la imprenta le había quitado a la ciencia algo de su carácter privado; el trabajo escrito podía diseminarse rápidamente y la ciencia se volvió un asunto más público. Galileo se propuso difundir el sistema de Copérnico, que ya había sido condenado por la iglesia. El Papa no iba a permitir que la doctrina copernicana fuese admitida abiertamente, pero había otra manera de hacerla pública: Galileo comenzó a escribir en italiano el *Diálogo concerniente a los dos principales sistemas del mundo* en 1624. Terminó los *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias* en 1636, cuando ya sufría el proceso llevado en su contra por la Iglesia.

Stephen Jay Gould, uno de los grandes divulgadores de la actualidad,

menciona en el prefacio a su libro *Bully for Brontosaurus* que la divulgación (en francés *vulgarisation* y en inglés *popularization*) remonta sus orígenes a San Francisco de Asís "communing with animals" y a Galileo "choosing to write his two great works in Italian, as dialogues between professor and students, and not in the formal Latin of churches and universities." Su definición de divulgación es más poética que práctica: por parte de los científicos, "a love to share the power and beauty of their field with people in other professions" (Jay Gould, 1991, 11).

Si con Galileo nace la ciencia moderna, entonces nos sentimos tentados a suponer que en efecto sus diálogos son la primera obra de divulgación. El argumento que se utiliza es que la ciencia en aquel entonces se escribía en latín, de modo que sólo cierta capa de educados podía tener acceso al conocimiento. Al escribir en italiano, parecería que Galileo está considerando no sólo a sus colegas, sino al resto del público. ¿Pero realmente está divulgando para un público ajeno a la ciencia?

Los diálogos, escritos como una conversación entre maestro y alumnos, corresponden a una forma discursiva muy en uso durante el Renacimiento, un recurso utilizado por Galileo con tendencia claramente didáctica y retórica. En los diálogos no se defiende abiertamente el sistema de Copérnico, pero Galileo pone los argumentos a favor de Ptolomeo en boca de Simplicio, personaje que evidentemente no goza del respeto del autor. Pero del contenido propiamente no podemos inferir que la intención de Galileo fuese divulgatoria en su sentido más amplio. Aun escrita en italiano, la teoría de Copérnico no era fácil de entender. La explicación de cómo la Tierra puede viajar alrededor del Sol en un año, o rotar sobre su eje en un día y no salir volando por el espacio, no era directa. La nueva mecánica tampoco era fácil; no era claro, por ejemplo, cómo es que un peso que se deja caer de una torre cae verticalmente a una Tierra que rota. Las

definiciones que Salviati enuncia en los *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias* son bastante oscuras:

The time in which any space is traversed by a body starting from rest and uniformly accelerated is equal to the time in which that same space would be traversed by the same body moving at uniform speed whose value is the mean of the highest speed and the speed just before acceleration began. (Galileo, 1954, 173)

Mi opinión es que los diálogos sólo se entienden cabalmente con una sólida preparación en mecánica, no sólo en su época, sino hoy día. En todo caso, la suya era una divulgación para conocedores, no necesariamente físicos, aunque sí personas cultas.

Muy a pesar de la iglesia, el conocimiento se difundió. Mientras Kepler, en el norte de Europa, había logrado la descripción del movimiento planetario, Galileo en Italia había derrocado por fin las concepciones físicas de las obras de Aristóteles. Cuando la Royal Society se fundó en Inglaterra, ya estaban superadas las complicadas ideas griegas sobre el movimiento. Aún no había nuevas leyes del movimiento; eso quedaba para Newton. Pero las de Galileo ya eran buenas descripciones de cómo y dónde se mueven las masas, y no de dónde "deberían quererse mover".

## **Las sociedades científicas y las publicaciones**

La ciencia avanzó como un proceso de acumulación de conocimientos. La fundación de las primeras academias de ciencias en la segunda mitad del siglo XVII dio forma institucional a la nueva actividad de la ciencia.

Para 1670 ya se habían fundado la Académie Royale y la Royal Society,

con la convicción de que la ciencia podía ser útil y con una clara tendencia práctica que se manifestaba en el trabajo experimental. Hombres como Huygens, los Bernoullis y Fontenelle, científicos y divulgadores, artistas y escritores, se congregaban para compartir los nuevos intereses y los hallazgos. Como los miembros de la Académie Royale y de la Royal Society no eran sólo científicos, no había una barrera entre sus inclinaciones y las de los demás. El obstáculo que podía representar el dominio o no de la matemática no era visto como insuperable y muchas discusiones podían prescindir del lenguaje matemático.

La publicación del trabajo científico para darlo a conocer a otros fue un invento del siglo XVII. Empezó como correspondencia, primero entre científicos y luego entre científicos y editores, quienes se convirtieron en una especie de árbitros del intercambio de información científica. La *Philosophical Transactions* de la Royal Society, una de las primeras revistas científicas, fue la recopiladora inicial del conocimiento nuevo; estableció el patrón según el cual el científico da a conocer su trabajo cuando lo publica en un artículo científico.

Las siguientes líneas se deben a Bronowski:

The publication of results carries with it a demand for plain and understandable symbolism which all scientists can share. Mathematics provides such a symbolism, and mathematical notation, therefore, settled down to standard and communicable form. [...] More important than any formal symbolism, however, scientific work, to be understood, needs a clear expression in words. This the Royal Society stressed from the outset [...] The Fellows of the Royal Society were exhorted to report their findings "without amplifications, digressions, and

swellings of style: to return back to the primitive purity, and shortness, when men delivered so many things almost in equal number of words". What the Society wanted was to exact "from all their members a close, naked, natural way of speaking; positive expressions; clear senses; a native easiness; bringing all things as near the mathematical plainness as they can". (Bronowski y Mazlish, 1960, 192)

Para los fundadores de la Royal Society, Dios operaba a través de la naturaleza, y siempre del modo más sencillo, por lo que el lenguaje y la escritura debían reflejar esa sencillez. El comentario final de Bronowski a ese respecto es revelador: "Their style has remained the aim of science ever since, and has proved as elusive an aim to their successors as it was to them."

### **La influencia de Newton**

Los temas en los que se interesaron los científicos agrupados en las sociedades durante el último tercio del siglo XVII, como lo muestra la *Philosophical Transactions*, abarcaron casi todos los aspectos de la naturaleza y de la vida práctica. Pero el interés central y el mayor triunfo científico del siglo XVII lo constituyó la integración de un sistema general de la mecánica, obra de Newton.

La generación que siguió a Newton lo erigió en uno de sus héroes. Los principios de la mecánica newtoniana se generalizaron y los filósofos aclamaron el triunfo de la nueva ciencia, propagando un nuevo orden racional basado en el mundo que Newton había establecido. Todo el panorama intelectual del siglo se tiñe del juego entre razón, ciencia y naturaleza; la filosofía natural newtoniana se refleja en los escritos literarios,

en los sistemas metafísicos y en los estudios teológicos y morales. Un ejemplo es *Paul et Virginie*, de Saint-Pierre, donde se relata el experimento del hombre que busca en su ambiente natural las leyes que rigen su propia existencia, la del mundo y la del universo.

Diversos pensadores hicieron accesible la obra de Newton al público general, entre otros Fontenelle con su *Elogio de Newton*, muy leído en la Europa de aquellos días, y Voltaire, en obras como las *Cartas filosóficas*, de 1734, y sus célebres *Elementos de la filosofía de Newton* de 1738, que fueron pronto vertidos al inglés y al italiano. Los ensayos de divulgación se multiplican y aun Rousseau, en 1738, escribe una breve memoria sobre Newton para el *Mercure de France*, que no llega a publicarse. Algarotti lo divulgó en una versión popular italiana, *Newtonianismo per le dame*, de 1734, obra de éxito. En Alemania, Euler ataca el asunto en sus *Cartas a una princesa* de 1768.

La noción de que la naturaleza era una formidable maquinaria causó efervescencia intelectual. En esto no hay que olvidar la influencia previa de Descartes, quien basó su método en la reducción de lo complejo a lo simple, uno de cuyos aspectos era la reducción de lo fenomenal a lo mecánico.

La ciencia se puso de moda, ya fuera para iniciar una colección de mariposas o un álbum de plantas, ordenar prismas o construir un telescopio propio. A la dama favorecida ya no se le regalan vulgares ramilletes de flores, sino raros insectos para su colección. La aristocracia se sitúa a la vanguardia de la moda y la realeza contrae la fiebre científica. En los salones del siglo XVIII, las damas nobles hacen, como dice Alfonso Reyes, divulgación social (Reyes, 1959). La condesa de Borromeo, Mme du Châtelet y la duquesa d'Aiguillon difunden a Newton. La clase media entra también a la moda, sin que la juventud se quede fuera.

Una causa del auge del nuevo pasatiempo era que los periódicos

dedicaban mucho espacio a reseñar libros sobre ciencia; se producía una enorme cantidad de impresos, una multitud de libros anunciando nuevos descubrimientos.

Como se habla tanto en los diarios de Europa del éxito logrado por el experimento de Filadelfia para atraer la electricidad de las nubes por medio de varillas puntiagudas que se colocan en los edificios altos, al lector curioso le interesará saber que el mismo experimento se ha hecho con buen éxito de una manera diferente y más sencilla... (Carta de Franklin a Collinson, 1752, citada en Papp, 1955, 144)

Por cierto, el renovado interés por las colecciones sirvió para iniciar la formación de museos y los curadores constituyeron nuevos grupos de científicos. Se fundaron en muchos países, casi al mismo tiempo, academias de ciencia.

## **La Enciclopedia**

Del siglo XVIII, el fruto más representativo de la conjunción de la actitud empírica de Inglaterra y el deseo de cambio de Francia es la *Enciclopedia*. Esta obra abarcaba no sólo los logros tecnológicos, sino el estado general de la cultura contemporánea. Diderot declaró expresamente que el propósito de la *Enciclopedia* no era tanto comunicar un cuerpo definido de información como producir un cambio en la manera de pensar. En el "Discurso preliminar de los editores", redactado por D'Alembert, se considera que la obra, como enciclopedia, debía exponer en lo posible el orden de los conocimientos humanos y como diccionario debía contener los principios generales de cada ciencia y cada arte. Este orden de los



conocimientos era el que la concepción newtoniana había revelado en el mundo físico y que otros pensadores estaban tratando de descubrir en las esferas biológica, histórica y moral.

La *Enciclopedia* francesa comprendía unos sesenta mil artículos debidos a unos 160 colaboradores, cuya primera edición, dirigida por Diderot, apareció entre 1751 y 1772. Era un ejemplo del tipo de divulgación que fue característica de la ilustración. Así como, en el dominio de las ideas, el espíritu de los tiempos tendía a la divulgación de la filosofía, en el dominio del conocimiento, en lugar de mantener alejado al lego se trataba de atraerlo. Lo recóndito, lo esotérico o lo abtruso no eran del gusto de la época, actitud que compartían los intelectuales y la clase media preparada.

"People want to be well-informed about things, but with the least possible trouble to themselves; that is the most notable thing about this age of ours" dice un editor en 1715 (Hazard, 1954, 219). Proliferaron los breviarios, diccionarios y vademecums. El tratamiento que dieron los diccionarios a las ciencias y las artes no requería conocimiento preparatorio por parte del lector. Informaban lo que era esencial saber y eliminaron la terminología erudita, de manera que nadie se viera en desventaja. Traslataban todas las citas al lenguaje vernáculo, evitando los "jeroglíficos". La obra resultante podía estar en la biblioteca de la persona ordinaria y en la del especialista.

La meta de la *Enciclopedia* fue ser al mismo tiempo erudita y popular, una combinación que hoy día suponemos imposible. Con el correr del siglo XIX el avance de la ciencia, su ramificación y la especialización resultante, echaron por tierra el ideal del hombre universal.

### **III BREVE HISTORIA DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA DEL SIGLO XIX AL SIGLO XX**

Durante el siglo XVIII, el ideal renacentista del hombre universal aún era posible; pensemos tan sólo en Diderot, Franklin, Priestley y Goethe. Hacia fines de ese siglo, la filosofía natural era parte integrante de la cultura de cualquier persona educada.

A principios del siglo XIX, las sociedades científicas eran todavía generales y cubrían todas las ramas de la filosofía natural; en sus sesiones se podían leer y escuchar trabajos sobre cualquier aspecto de la ciencia. Para fines del mismo siglo, el panorama había cambiado drásticamente. Los científicos se aislaron de las humanidades y la ciencia se convirtió en una segunda cultura. Como resultado, ambas culturas se empobrecieron.

#### **La especialización de la ciencia y su lenguaje**

Durante el siglo XIX la ciencia alcanzó su madurez; se establecieron los límites entre sus ramas, que se especializaron, aunque por otro lado fue una época de grandes síntesis como las leyes de la termodinámica y la teoría de la evolución.

La ciencia, aunada a la tecnología, produjo cambios patentes no sólo en la concepción del mundo sino en la vida cotidiana. Su visión era optimista y sus frutos fueron reconocidos. Y como práctica, lo que en algún momento pudo ser sólo un pasatiempo se transformó en una respetada profesión.

El papel destacado que la ciencia llegó a tener invistió a sus practicantes con un halo de superioridad, al tiempo que se volvió paradigma de las otras formas de vida intelectual. Los convencionalismos se endurecieron y el entrenamiento se tornó dogmático; la "verdad" cambió de manos, de la doctrina religiosa a la doctrina científica.

La especialización trajo consigo un cambio en el lenguaje científico. Como ya dijimos, la dificultad de comunicación entre científicos y legos radica usualmente en que no existe un lenguaje común que permita a ambas partes hablar sobre ideas científicas. Si bien el lenguaje de la ciencia se traslapa con el de la vida cotidiana, desde fines del siglo XIX palabras como "campo", "elemental" y "familia", por dar un ejemplo, se utilizan con diferente sentido. La especialización además dio lugar a una brecha entre lenguajes y las palabras entrecomilladas no significan exactamente lo mismo en física, química o biología. Pero lo más importante es que, al aumentar el grado de abstracción de la ciencia, esas mismas palabras no pueden describir de manera completa y sin ambigüedad el concepto matemático que nombran.

En el terreno de la ciencia, incluso un lenguaje aparentemente descriptivo lleva implícita una selección de las características a describir, selección que de antemano está influida por la teoría. Dicho de otra manera, el lenguaje científico contiene una carga teórica que refleja una visión muy particular del mundo. Mientras más desarrollada esté una ciencia, como ocurre con la física, el grado de abstracción y carga teórica del lenguaje es mucho mayor.

La biología se encuentra en una posición intermedia. Clásicamente, era una ciencia descriptiva que dependía de un uso preciso y sugerente del lenguaje. La fuerza de las propuestas de Darwin se basaba, en parte, en lo persuasivo de su estilo; puede decirse incluso que Darwin plasmó sus ideas originales en un libro legible para muchos más que los especialistas, sin que se tratase de un libro de divulgación. En la biología postdarwiniana, en la genética y la bioquímica, el lenguaje descriptivo ha sido suplido por uno especializado.

No es entonces casualidad que los temas científicos que destacan en los medios de comunicación sean las raras excepciones donde existe un lenguaje común. El público del siglo XIX se interesó mucho en temas como la edad

de la Tierra y el origen del hombre, no sólo porque eran atractivos, sino porque pertenecían a un terreno donde todos entendían el lenguaje, lo que permitía que se llevaran a cabo debates fructíferos y clarificadores entre la opinión tradicional y el enfoque científico. Por otro lado, siempre habrá temas que interesen e inquieten más a los legos por su contenido mismo. No depende del grado de "erudición" o "especialización" sino de los vínculos que las afirmaciones que se hacen tienen con la vida, con la visión de la vida y con la curiosidad general de las personas. Así, es mucho más interesante para la mayoría una afirmación sobre la influencia de las hormonas en la conducta sexual (aunque originalmente esté cifrada en tablas, diagramas y lenguaje esotérico) que una afirmación, por llana y simple que sea, sobre el número de élitros de cierto tipo de insecto. En física ocurre algo similar; tiene mayor impacto el anuncio de la "muerte fría del universo" por las leyes de la termodinámica, que la demostración experimental de que no existe el calórico, que es en esencia más simple y comprensible.

Como resultado de la especialización de la ciencia y su lenguaje, con el correr del siglo XIX casi todas las sociedades científicas se transformaron en eruditas, abiertas sólo a los competentes. Revistas como la de la Royal Society, que habían sido generales, empezaron a aparecer en secciones que cubrían sólo una parte del espectro. Incluso el científico ya sólo leería libros y revistas confinados a su propia especialidad y recurriría a la divulgación para cubrir otras ramas.

De todo lo anterior podría suponerse que, comparada con la ciencia de Galileo y Harvey, o la de Newton y la de la *Enciclopedia*, la del siglo XIX fue inaccesible para casi todos excepto para aquellos entrenados para comprenderla. Sin embargo, muchos científicos aún se preocupaban de que el mundo tomara en cuenta su labor y las implicaciones de ésta. Para ello, escribían ensayos en publicaciones generales y hablaban en reuniones

públicas. La ciencia que se diseminó fue la ciencia divulgada; los científicos del siglo pasado se las arreglaron para escribir sobre sus temas de manera sencilla e incluso amena.

Esto se debió, en parte, a que en el siglo XIX las "dos culturas" aún no se separaban por completo. Los que se dedicaban a la ciencia y los que hacían literatura, pintura, política y teología, tenían todavía intereses comunes. La educación estaba menos especializada, aunque para fines del siglo iba cambiando rápidamente y ya la ciencia que se aprendía mediante libros de texto era bastante diferente de la que se podía encontrar en un artículo dirigido al público general o en una demostración de Faraday en la Royal Society.

### **Divulgación en el siglo XIX**

Hacia fines del siglo XIX la divulgación de la ciencia tenía dos aspectos. El primero era adecuarla para los legos, interesados en la ciencia pero inexpertos. El segundo era informar a los científicos activos en una disciplina sobre lo que estaba ocurriendo en otras. Este tipo de divulgación más elevada era un aspecto de la especialización característica del siglo XIX en adelante. Se producían revistas cultas donde se reseñaban y discutían lo mismo novelas de avanzada, poesía o política e historia, que los libros importantes de todas las ciencias. Ejemplo de esto son el *Journal des Savants* de París, la *Edinburgh Review*, la *Westminster Review* y sus equivalentes alemanas, suizas e italianas. Todavía en los albores del siglo XX existían revistas de interés general que publicaban material de todas las ciencias. Y aunque no todos los artículos interesaban a la totalidad de los lectores, o les eran comprensibles, usualmente estaban escritos en un estilo literario, de modo que eran accesibles.

Los libros de Mary Somerville, como *On the Connection of the Physical Sciences* de 1834, fueron valiosos para los hombres y mujeres de ciencia que deseaban estar enterados de lo que sucedía en otros campos que ya no comprendían. Esta era una divulgación de alto nivel; dirigidas a un público menos versado en ciencia estaba *Conversations on Chemistry* de Jane Marcet, publicado en 1806. Un recurso muy socorrido para divulgar era utilizar cartas, conversaciones o lecciones. Estos estilos atraían a los divulgadores, temerosos de que el neófito se alejara para siempre de la ciencia a causa de un estilo muy seco e inaccesible. Al hacerse cada vez más formales los artículos en revistas científicas, aumentó la necesidad de conferencias de divulgación y de revistas como *Popular Science Monthly*.

Otra opción para la divulgación de la ciencia fue el heredero del gabinete de curiosidades del siglo XVIII, el museo, que pasó de ser un conjunto de grandes vitrinas ordenadas para transformarse en laboratorios de investigación; lo que fue colección ornamental se convirtió en organización sistemática. Hoy día son parte del sistema educativo y de la industria recreativa.

A fines del siglo XIX la ciencia se había vuelto una fuerza dominante en la vida intelectual y práctica, pero aún estaba conectada con otras actividades y con las culturas locales; esta situación cambió radicalmente en el siglo XX.

### **La nueva edad dorada**

Después de la "época de oro" del siglo XVII, los científicos franceses e ingleses del XVIII y XIX consideraban que Newton había descubierto las leyes físicas básicas de la naturaleza, por lo que no quedaba a sus sucesores más que aplicar sus ecuaciones a otros fenómenos y descubrir leyes y fuerzas consistentes con su marco general. En opinión de algunos

historiadores, como Truesdell, la "edad dorada" no terminó con Newton, sino con Euler, quien le dio a las leyes de Newton su forma matemática final y mostró cómo aplicarlas a la descripción del comportamiento de los sólidos y los fluidos.

En la física hubo otra "edad dorada" durante el siglo XX, el periodo que empezó en 1900 con la teoría cuántica de Planck y que culminó alrededor de 1930 con la formulación definitiva de la mecánica cuántica relativista y la teoría del núcleo atómico. Desde entonces la física se ha vuelto más cara, más esotérica y más peligrosa, pero hay quienes piensan que se ha vuelto más aburrida sin gigantes como Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger y Dirac. Al estudiar estas revolucionarias décadas, no hay que perder de vista la importancia de la ciencia física del siglo XIX y de los descubrimientos de los rayos X y la radiactividad, ni tampoco olvidar a Darwin, a Mendel o a Mendeleyev. Tampoco puede soslayarse el nacimiento, en esas mismas décadas, de la genética, el psicoanálisis y la astronomía extragaláctica y de avances tecnológicos en comunicaciones y en los campos de la energía y de la química.

La ciencia y la tecnología, al introducir cambios drásticos en las condiciones de vida, atrajeron el interés público. La física, en vez de resolver los "últimos problemas" en un universo mecánico, abrió una caja de sorpresas que contenía nuevas visiones del mundo.

### **Divulgación de las nuevas ideas**

En general, las interpretaciones más exactas de las nuevas teorías físicas se debieron a los propios físicos que aclararon sus posturas particulares en artículos y libros, aunque sus explicaciones no siempre fueran accesibles al público general. Ejemplos de estas interpretaciones son *What is Life?*, *Mind and Matter* y *My View of the World* de Schrödinger, *The Physicist's*

*Conception of Nature y Physics and Beyond* de Heisenberg y *The Restless Universe* de Born. Muchos científicos divulgadores hicieron excelentes trabajos sobre la nueva física, como la serie sobre las aventuras de Mr. Tompkins de Gamow, *Relativity* de Einstein o *The Universe Around Us* de Jeans.

No es casualidad que estas obras de divulgación tengan por autores a otros tantos connotados científicos. En esa época, la divulgación la hacían los científicos y los periodistas cumplían con difundir masivamente, a su manera, los hallazgos.

Elegí esas tres obras como representativas no sólo de un periodo dorado de la ciencia sino también porque ejemplifican tres corrientes estilísticas. Einstein trasladaba las ideas fisicomatemáticas a un lenguaje más llano, dotándolas de amplias explicaciones y numerosos ejemplos. Aun así, si comparamos *Relativity* con el artículo original donde expone la teoría de la relatividad, podemos notar en ambos que su estilo siempre tiende a lo literario. Jeans, por su parte, elige un estilo que se acerca más a lo didáctico. Podríamos decir que *The Universe Around Us* es un excelente libro de texto que incluye elementos que permiten contextualizar el conocimiento para beneficio del lector. La prosa de Jeans es fluida y directa.

George Gamow escribió, entre muchas obras de divulgación, una serie de relatos encaminados a iniciar al profano en las ramas de la física que en su momento estaban siendo investigadas por los especialistas. En *Mr. Tompkins in Wonderland*, Gamow explora los campos de la teoría de la relatividad, la teoría cuántica y los últimos descubrimientos de la física, con la ayuda del Sr. Tompkins, imaginario protagonista de los relatos. Gamow ya hace uso de la imaginación literaria. No nos enseña sino que nos sumerge en el mundo de los fenómenos apelando a nuestra imaginación.



Ya fuese cuidada y clara como la de Einstein, didáctica como la de Jeans o imaginativa como la de Gamow, la divulgación de esta época tuvo la gran ventaja de no distorsionar el mensaje científico. Pero otros se sintieron inspirados para construir sistemas éticos completos, para apoyar al materialismo dialéctico o para dar justificaciones científicas al espiritualismo, todo sobre la base de las nuevas ideas. Un ejemplo típico de tales distorsiones es decir que todo acontecimiento inexplicable tiene lugar en la "cuarta dimensión".

Los nuevos conceptos de relatividad e indeterminación y la idea de un universo en expansión empezaron a resonar en el ámbito público. Al diseminarse estas ideas revolucionarias hacia el mundo no científico, se distorsionaron y causaron confusión, no sólo por su novedad fundamental y por la dificultad de trasladarlas a un lenguaje no matemático, sino porque la mayor parte de los "traductores", es decir los educadores y los periodistas, no tenían el entrenamiento matemático y científico requerido para comprender las publicaciones científicas originales.

Se generaron entonces malentendidos que gozaron de amplia credibilidad: que Einstein decía que todo, incluyendo la verdad, es relativo; que todas las observaciones son subjetivas; que todo es posible. No importa cuán distorsionadas las ideas, la revolución de la nueva física transmitió sus ondas de choque a muchos campos no científicos, entre otros las artes y las humanidades. En 1913, por ejemplo, Apollinaire explicó de la siguiente manera ciertas innovaciones en el cubismo: "Until now the three dimensions of Euclid's geometry were sufficient to the restiveness felt by great artists [...] Today, scientists no longer limit themselves to the three dimensions of Euclid. The painters have been led quite naturally, one might say by intuition, to preoccupy themselves with the new possibilities of spatial measurement which, in the language of the modern studios, are designated by the term: fourth dimension" (Citado en Friedman, 1985, 21). Otro

ejemplo se encuentra en la declaración de Durrell en su prefacio a la segunda novela del *Alexandria Quartet*: "Modern literature offers us no Unities, so I have turned to science and am trying to complete a four-decker novel whose form is based on the relativity proposition [...] Three sides of space and one of time constitute the soup-mix recipe for a continuum. The four novels follow this pattern" (Citado en Friedman, 1985, 86).

### **La bomba atómica y el Sputnik**

Muchos de los que se dedican a la divulgación científica piensan que la cultura científica sólo puede adquirirse con el apoyo de una educación a todos los niveles, que familiarice al público con las metodologías y los conceptos de la ciencia. Según Morris Shamos en "The lesson every child need not learn", el movimiento que permitió extender la cultura científica más allá de las academias data del periodo inmediatamente posterior a la segunda guerra mundial, cuando empezó a ganar importancia y actualidad la empresa de mejorar y engrandecer los currícula científicos de los Estados Unidos (Shamos, 1988).

Gracias a los descubrimientos anteriormente hechos en la investigación física básica, los Estados Unidos habían logrado para julio de 1945 crear un complejo capaz de construir armas nucleares. Esta fue una empresa enorme, que requirió habilidades científicas y técnicas, fuerza de trabajo y dinero, a una escala que nunca antes se había contemplado. Los norteamericanos habían demostrado, en su momento, una avanzada capacidad científica, tecnológica e industrial.

Poco después los rusos produjeron una explosión nuclear. Y aunque los norteamericanos alegaran que el conocimiento nuclear era inocultable, sí reconocieron que los rusos llevaron a cabo la tarea con una base industrial que había sido devastada por años de guerra y dentro de una economía que

requería completa reconstrucción. A pesar de todos los obstáculos, los rusos fueron capaces de alcanzar, aproximadamente en el mismo tiempo, lo que los Estados Unidos habían logrado.

La lección que dejó la bomba atómica en ese momento fue que cualquier nación industrial importante podría ser capaz de lograr las hazañas tecnológicas que considerase necesarias para la supervivencia nacional. Y Rusia, a pesar de sus debilidades, se había vuelto a mediados del siglo una potencia industrial.

En 1954, la Fundación Nacional para la Ciencia, una agencia federal independiente cuya principal función es apoyar la investigación básica y aplicada, empezó a desarrollar programas para incrementar la calidad y la cantidad de los futuros profesionales de la ciencia y la ingeniería.

Posteriormente, en octubre de 1957, los soviéticos pusieron en órbita alrededor de la Tierra al Sputnik, el primer satélite hecho por el hombre. El lanzamiento del Sputnik fue un segundo *shock* para los norteamericanos y produjo aprensión en todo el "mundo libre". Mucha gente concluyó que los soviéticos habían superado a los Estados Unidos en ciencia y tecnología, sobre todo en el rubro militar. Una de las acciones del presidente Eisenhower, para calmar los miedos y dar seguridad a los norteamericanos, fue convocar a los científicos para pedirles consejo sobre los programas militar y espacial y sobre la forma de asegurar la supremacía de la ciencia y tecnología norteamericanas. Decidido a no permitir que la Unión Soviética superase a los EEUU en desarrollo científico y tecnológico, el Congreso incrementó notablemente el presupuesto de la Fundación para apoyar la educación en ciencia en todos los niveles. Lo que empezó como un intento para entrenar a más científicos e ingenieros, pronto se extendió, al menos en la mente de muchos educadores, al esfuerzo de proporcionar a los estudiantes y al público en general una mayor y mejor comprensión de la ciencia y la tecnología. Los EEUU, junto con varios países europeos, habían

entendido ahora correctamente la lección: la capacidad de un país no radica en la posibilidad de alcanzar una meta tecnológica dada, sino en la superioridad en ciencia básica. Aunque el tiempo llegaría a desmentirlo, los soviéticos aparentemente pudieron enfrentarse a los retos económicos después de la década de los 50; en cambio, el horizonte científico soviético pronto se vio oscurecido por nubarrones políticos. El liderazgo mundial en ciencia básica quedó en manos de los científicos norteamericanos (muchos de los cuales, por cierto, eran originalmente destacados científicos europeos).

La enseñanza y la divulgación experimentaron un resurgimiento tanto en enfoque como en calidad. No por nada en esos años se dieron los primeros intentos de análisis de la tarea de la divulgación.

Pero este esfuerzo de difundir el conocimiento científico a todos los niveles, no obstante la sinceridad y el empeño de muchos profesores, no ha rendido frutos según Shamos; más bien sólo ha contribuido a la adaptación de los ciudadanos a una sociedad tecnologizada. Sin embargo, el uso de la tecnología o el conocimiento de la técnica no es cultura científica. Saber utilizar la computadora o la televisión o el horno de microondas no es saber de ciencia, no es participar de la empresa del conocimiento. La tecnología sólo es el producto más visible y consumible de la empresa científica.

### **Un nuevo estilo de divulgación**

Alrededor de la segunda mitad del siglo XX empiezan a surgir los escritores que combinan el conocimiento científico con sensibilidad e imaginación: divulgadores profesionales como Nigel Calder, Roger Lewin, Martin Gardner, John Horgan, Isaac Asimov, Carl Sagan, Jacob Bronowski y P.C. Davies así como científicos activos como Stephen Jay Gould, Richard Dawkins, Edward Wilson, Douglas Hofstadter y Roger Penrose.

Hablando en términos muy generales, los textos de los autores que he mencionado son suficientemente atractivos como para sostener nuestro interés. La prosa es flexible mas no pierde dirección ni propósito. No utiliza gratuitamente la jerga científica ni tiene una sintaxis impenetrable. Pero su atractivo más inmediato es que producen auténtico placer, independientemente de su tema. Sus autores, ya sean científicos, escritores, maestros o periodistas, comparten la base de la calidad literaria. No sólo echan por tierra el cliché de que los científicos no pueden escribir, sino que son escritores en el sentido más amplio del término: el que intenta transmitir una experiencia mediante un continuo reajuste del lenguaje. Colateralmente, pueden utilizarse como instrumento de enseñanza o de información.

Pero, ¿acaso un texto de Voltaire o uno de Gamow no comparten esas cualidades? ¿Por qué nos referimos a un "nuevo estilo" en la divulgación? ¿Qué es lo que ha cambiado?

En el primer caso, la ciencia no se ha especializado; sigue siendo parte de la filosofía natural y sus nexos con la cultura humanista están vigentes. Inscibir la ciencia en ese contexto es algo natural. Con Gamow, tenemos lo contrario. La ciencia se ha separado de las humanidades y lo que preocupa al escritor es que la gente tenga acceso al conocimiento científico, pero lo literario es una cualidad que no se busca explícitamente. En los casos que corresponden a la segunda mitad del siglo XX, lo literario del texto parece ser uno de los postulados fundamentales de la divulgación, que deja de ser una disciplina "subsidiaria" de la ciencia para convertirse en un discurso autónomo y creativo sobre la ciencia, paralelo a ella pero con distintas intenciones.

Es el momento de echar una mirada al cómo y al por qué de la divulgación de la ciencia.

## IV UNA MIRADA A LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Sobre cuál es la finalidad de la divulgación de la ciencia y cómo debe realizarse, hay casi tantas opiniones como divulgadores. Estas opiniones, además, se han ido transformando en el tiempo; lo que a principios de la década de los cincuenta tenía antes que nada una intención didáctica, pasó a darle prioridad a la información manejada, para luego centrarse más en la inmersión de los temas científicos en un marco cultural más abierto.

Como quiera que sea, lo cierto es que no existe un método para hacer la divulgación de la ciencia, como no lo hay para escribir novelas, pintar cuadros, o componer música. Cada divulgador tendrá sus propias "recetas", encontrará su estilo individual y definirá sus objetivos particulares. Sin embargo, siempre será indispensable el conocimiento de los clásicos y el aprendizaje elemental del oficio, en el sentido del aprendizaje de una artesanía.

### **El placer y la necesidad**

Para introducirnos en el tema del objetivo de la divulgación, nos podemos preguntar qué beneficios tendría que todos comprendieran, por ejemplo, la segunda ley de la termodinámica, conocimiento esencial según C. P. Snow para cualquiera que se considere culto.

Es una característica de la ciencia que la mayor parte de las ideas científicas van contra el sentido común; aun así, sucede que el sentido común nos sirve bien en la mayoría de las situaciones cotidianas y que podemos vivir satisfactoriamente en nuestra sociedad altamente tecnologizada aun sin conocer nada de ciencia.

¿Cuál es entonces el sentido de la divulgación de la ciencia?

Al respecto existen dos vertientes, la de la necesidad y la del placer, ligadas por la idea de que los que carecen de conocimientos científicos se encuentran en desventaja, pues están excluidos de uno de los mayores logros intelectuales de la humanidad. La vertiente del placer se refiere a la desventaja de no poder disfrutar la "emoción" de la ciencia; la vertiente de la necesidad señala que están excluidos de contribuir de alguna manera seria al debate del efecto que la ciencia tiene en nuestra vida.

Luis Estrada escribe en "Acerca de la divulgación de la ciencia":

El conocimiento generado por la ciencia afecta a todos los países. Es por ello que no sólo es necesario estar al tanto de la investigación científica, sino también tener una opinión y una posición frente a su avance. Pero, ¿quién es el que debe estar enterado y dar la opinión que antes señalé? Como en otros asuntos de importancia actual, éste es de la responsabilidad general, más cuando ya no cabe duda alguna de que la ciencia es un asunto demasiado importante para estar únicamente en manos de unos cuantos.

La importancia de estar al tanto del desarrollo de la ciencia es distinta en los diferentes sectores de la población. Es claro que los científicos, los ingenieros y los profesores universitarios toman como una de sus obligaciones tener una información actualizada acerca del quehacer científico. Sin embargo, lo que aquí nos interesa subrayar es que en esta época, también los demás requieren de esa misma información actualizada. El hombre actual requiere del conocimiento científico para entender y aprovechar bien el mundo en que vive, y lo necesita

ahora más que antes porque este mundo está siendo conformado por su intervención directa. La construcción del futuro será el resultado no sólo de la ciencia que desarrolla una tecnología poderosa, sino también del conocimiento que aclare la clase de futuro que deseamos tener. El futuro es de todos por lo que la responsabilidad de su construcción es también de todos y cuando esté hecho de nada servirá señalar sus defectos. Es por tanto necesario formar en nuestros pueblos una conciencia acorde a nuestro tiempo y crear en ellos una opinión pública capaz de juzgar sobre bases sólidas. En esta empresa el conocimiento aportado por la ciencia contemporánea es fundamental. (Estrada, 1985, 2)

Según Morris Shamos, si bien toda actividad cognoscitiva y artística puede ser útil para la sociedad, la gente no tiene la obligación de ser versada en todo, ni el serlo le reportaría beneficios económicos, políticos o laborales y tampoco incidiría en su vida profesional o cotidiana (Shamos, 1988). Shamos expone la idea de Thomas Huxley y Henri Poincaré de que los científicos no estudian la naturaleza porque es útil sino que lo hacen también esencialmente por placer. El público ganaría más si se le enseñara a apreciar los valores estéticos e intelectuales de la ciencia en lugar de hacerle creer que su único valor es el utilitario.

John Radder Platt en su libro *The Excitement of Science*, escribe:

The master at demonstrating reasoning to a mass audience was Conan Doyle. It would not be far wrong to think of every science story as his kind of detective story, with its puzzles and



its suspense, its false leads and frayed tempers, and its brilliant Sherlock Holmeses, its half-brilliant Inspector Lestrades, and its admiring Doctor Watsons. It is interesting to remember that Galileo himself used a very similar group of characters to explain his reasoning to a mass audience<sup>1</sup>. Science is the greatest of all detective stories, a continued yarn that holds its audience for life, with the disagreements of the characters nowadays just as conspicuous and as amusing as ever. (Platt, 1962, 3)

Por cierto, Carlos López Beltrán en "La creatividad en la divulgación de la ciencia" propone por su parte una analogía entre la divulgación de la ciencia y la novela policiaca, idea que incluiré posteriormente.

Ya se trate de beneficios, de placer o de necesidad, la integración de la ciencia a la cultura es una labor inaplazable. Indaguemos ahora un poco sobre cómo debe realizarse esa labor.

### **Cómo hacer la divulgación de la ciencia**

En sus *Reflections on Science and the Media*, June Goodfield dice que "present circumstances require a new group of people, outside the scientific profession yet looking at it critically." No es el mismo trabajo que realiza un reportero científico; para Goodfield, se trata de "a critic in the accepted, old-fashioned meaning of the term" (Goodfield, 1981, 95).

Maurice Goldsmith en su libro *The Science Critic* habla sobre la necesidad de reemplazar

---

1) Como puede verse, se trata de una diferente concepción acerca de la divulgación hecha por Galileo.

the concept of popularization with that of the public understanding of science and the public appreciation of its impact. Here is another function for the science critic. He must seek to bring what we see in science around us into some relationship with the non-science things we see.

The science critic should help the non-scientist to penetrate more deeply so that the latter, too, might be able to enjoy the poetry of scientific experience. But to do this the science critic must have a warm sympathy for his fellow-beings. The popular presentation of science requires that it should be intelligible to people; to ensure this the presenter must take over people's own forms of expression and enrich them. (Goldsmith, 1986, 82)

Goldsmith resume las que a su juicio deben ser las funciones del crítico científico; en primer lugar, tener un panorama general; segundo, vislumbrar el futuro basándose en el conocimiento del pasado; tercero, reconocer las semejanzas en las distintas experiencias científicas; cuarto, defender la integridad de la ciencia; quinto, interpretar la ciencia; sexto, comunicar la ciencia de manera que la gente deje de temerla y que entienda su poética. Implícita en todo lo anterior está la labor de crítica en el sentido de dar cuenta de sus malos pasos.

¿De dónde saldrá este profesional de aptitudes y conocimientos variados al que llama crítico científico? "The aim is to provide a solution to what science fiction writer Arthur C. Clarke describes as 'the great problem of finding a single person who combines sound scientific knowledge —or at least the feel for science— with a really flexible imagination'" (Goldsmith, 1986, 82-83).

Uno de los mejores divulgadores de la ciencia en español, Fernando del Río, expresa: "Así como la música requiere de intérpretes para ser apreciada, la ciencia requiere de profesionales que interpreten las obras científicas ante el público" (del Río, 1983, 279).

J. B. S. Haldane, famoso biólogo y prolífico divulgador, se limita en "How to write a popular scientific article" (Haldane, 1985) a dar consejos prácticos, entre los que destacan tener siempre presente al lector, ofrecer ejemplos de la vida cotidiana y jamás escribir como si se tratara de dar respuesta a un examen.

Al divulgador profesional, comparándolo con el centauro, lo he llamado "ser mítico" puesto que debe conjugar capacidades que no suelen darse conjuntamente: la buena escritura y el conocimiento amplio de la ciencia. Como esos seres son escasos, en la práctica suele recurrirse a la colaboración entre divulgadores y científicos (Sánchez, 1991).

## **El periodismo científico**

Aunque se trata de un asunto complejo y controvertido, no puedo dejar de mencionar un problema lateral en el análisis de la divulgación de la ciencia. Se trata de quién debe hacer esta labor.

Al hablar de la divulgación de las nuevas ideas, mencioné la distorsión que éstas sufrieron al ser tomadas por los educadores y periodistas que en su mayor parte no tenían el entrenamiento adecuado para manejarlas. Como ya aclaré, el problema del traslado de las ideas originales al ámbito educativo no pertenece propiamente a la divulgación. No es ese el caso del periodismo científico.

Para la mayoría de los periodistas, lo importante es llegar a las masas y generalmente tienen los medios y la habilidad para hacerlo. Sin embargo, para los científicos el periodista suele tergiversar la información, pues

desconoce la ciencia. Los científicos inflexibles, de los que ya he hablado, defienden la postura de que quienes deben divulgar la ciencia son los propios investigadores, que son los que producen la información y en cuyas manos descansa el conocimiento. Pero es raro encontrar un científico que combine ambas habilidades y que dedique tiempo para hacer buena divulgación, que le interese la labor y que sea capaz de abarcar algo más que su estrecha especialidad. Los periodistas por su parte tratan de ser amenos, de acercarse al público e interesarlo y generalmente dominan un medio de comunicación. Sin embargo, suelen ser tachados de inexactos, superficiales e ignorantes de los temas que tratan. Otro defecto del periodista es su tendencia de hacer de toda información una nota de impacto (Sánchez, 1993). Un caso interesante lo ejemplifica el libro *Chaos*, del periodista James Gleick.

La teoría del caos marcó una nueva época en la ciencia y es un concepto que está presente en muchas de sus ramas. Además, ha dado lugar a nuevas visiones de la naturaleza y tiene repercusiones incluso en la vida diaria. Sin embargo, el caos es un concepto eminentemente matemático cuya cabal comprensión usualmente escapa a los no especialistas. Aunque *Chaos* se convirtió en best seller mundial, es indiscutible que Gleick no divulga el concepto de caos, justamente porque evade la dificultad del tema y agranda los aspectos anecdóticos y personales de la historia.

Una asociación fructífera que se practica en países desarrollados, en particular de habla inglesa, es la del científico con el periodista, lo que permite conjugar sus habilidades y conocimientos, aunque a veces el periodista no figure como coautor.

Todo lo dicho aquí no descarta la presencia del periodista serio y preparado en el terreno de la divulgación de la ciencia.

## Creatividad y divulgación

Carlos López Beltrán en su artículo "La creatividad en la divulgación de la ciencia", hace una analogía entre la divulgación de la ciencia y la novela policiaca o más precisamente, la crónica policiaca crítica y literaria que algunos escritores como Ibarra Goitia o Mailer suelen practicar.

Consideremos, esquemáticamente y para beneficio de la simplicidad y de la analogía, en el mismo nivel (que podemos llamar de los hechos) por un lado a un crimen X y por el otro a un fenómeno natural (o grupo de fenómenos) que en el mundo se da. En un segundo nivel estos hechos son enfrentados, en primera instancia, por un lado por los investigadores del crimen, que buscan dar explicaciones, encontrar al culpable y hacer justicia; y, por el otro, por los científicos que quieren explicar los eventos.

En un tercer nivel podemos ubicar al criminólogo, al psicólogo o al sociólogo, que buscan a su vez explicar el crimen como fenómeno humano, científicamente, desde afuera. Usan la información de los dos niveles previos. Ahí estarían también el filósofo, el sociólogo y el historiador de la ciencia, que buscan dar cuenta globalmente a su vez del fenómeno de la ciencia, y disponer también de lo que encuentran en los dos niveles anteriores. En un cuarto nivel podemos citar a los relatores, desde el simple redactor de la "nota roja", hasta el novelista o el cronista serio; todos ellos tratan de contar el crimen y, según su intención, de manejar información de todos los niveles previos para dar sentido a sus textos. Es aquí, en mi opinión, donde debe ponerse al divulgador de la ciencia, que

puede también ser desde un simple cronista o relator hasta un auténtico novelista en el sentido positivo del creador, de gran mimo que captura lo esencial y lo revive en el texto. (López Beltrán, 1983, 296-297)

Según este analista de la divulgación, así como en la novela o en el cuento se reproducen o se recrean los mecanismos y eventos de la realidad, incorporando casi cualquier recurso para hacer verosímil y fiel su contenido, la divulgación de la ciencia tiene la oportunidad de recrear los logros y los mecanismos de este campo. Un punto importante de estas recreaciones es que su efectividad no es en ninguno de los dos casos cuestión de recetas. En ambos deben intervenir imponderables como la creatividad y la imaginación. "En la divulgación, como en la literatura, hay un espacio lo suficientemente amplio para que cada autor despliegue su propia red y extraiga los peces que desee, para que muestre su modo de mirar ante quien lo escucha o lee. Hay un lugar para el estilo. Muestras de ello las tenemos en varios autores contemporáneos" (López Beltrán, 1983, 297).

Recientemente, el uso de la historia detectivesca como recurso para la divulgación ha recibido críticas. Ron Curtis arguye que al recurrir a esta forma narrativa, la divulgación proporciona un espacio cognitivo y la novela policíaca un repertorio interpretativo en los que se privilegia una sola teoría científica. Según esto, la ciencia avanza mediante el método de inducción por eliminación y sólo los científicos que sigan tal método tendrán éxito; el debate entre ellos queda eliminado. Para desarrollar una conciencia crítica sobre las teorías científicas, Curtis propone que la divulgación explore formas literarias alternativas, en particular el diálogo (Curtis, 1994).

De las opiniones que hemos revisado aquí, tal vez la idea más interesante es que la divulgación de la ciencia es una labor eminentemente creativa que

recrea el conocimiento científico para formar y acrecentar la cultura científica del público. La dificultad que esta labor supone proviene, en parte, del distanciamiento de las dos culturas, la científica y la humanística, problema que trataremos a continuación.

## V EL PROBLEMA DE LAS DOS CULTURAS

Supuestamente, este siglo es la edad de la ciencia. Nuestra civilización depende de la ciencia y de la tecnología, cuyos signos y maravillas vemos a nuestro alrededor. Las ideas que tenemos sobre lo que es real están basadas en lo que es científicamente comprobable; los científicos son los "gurus" de la sociedad. Aun así, poco se explora el papel que desempeñan la actividad y el conocimiento científicos en el desarrollo de nuestra cultura. La cultura occidental ha sido profundamente influenciada por la ciencia y sus productos, que son fácilmente reconocibles en el aspecto material. Pero la ciencia ha tenido aún más influencia en el marco conceptual dentro del que se desarrolla la vida religiosa, política y estética. Cualquier mirada a nuestra cultura que ignore esta influencia, será una visión muy limitada o distorsionada.

### Ciencia y humanidades

Las ideas de la ciencia y las de las humanidades pueden estar relacionadas de diversas maneras. Dice Stephen G. Brush:

An idea from culture may enter science, where it can stimulate certain lines of theorizing and (perhaps) suggest new experiments and lead to new discoveries. This was what happened with the romantic concept of the unity of all natural forces. Conversely, scientific facts and theories may have a direct influence on those who construct philosophical systems, write novels, or criticize society. Thus the mechanistic materialism of mid-nineteenth-century physics and biology was



reflected by "realism" in philosophy and literature, and by "positivism" in the social sciences.

No one would deny that the development of modern science has been a major factor in the recent history of civilization, yet the relation between scientific theories and general culture is rarely given serious consideration. The magical quality of many technical achievements has combined with the obscurity of scientific writing to hide the fact that scientists have used and been influenced by many of the same ideas that are found in philosophy, literature and the arts. (Brush, 1975, 1)

Brush utiliza el término "cultura" en el sentido que se le dio a partir del siglo XIX en Inglaterra, es decir, el conjunto de literatura, pintura, música, filosofía y religión, pero dejando fuera a la ciencia. Esta exclusión no fue producto de la casualidad, sino que fue propiciada por algunos humanistas que consideraron que su cultura iba a ser destruida por la ciencia y la tecnología, por lo que debía restárseles importancia. De modo que los que alegan que la ciencia es parte de la cultura deben tener en cuenta que esta declaración es anacrónica cuando del siglo XIX se trata.

Según Brush, un representante moderno del punto de vista decimonónico es F.R. Leavis, "who has rejected C. P. Snow's concept of a "scientific" culture distinct from the literary one. The Leavis-Snow debate is a good illustration of the conflict of the romantic and realist viewpoints discussed below" (Brush, 1975, 2).

Esta influencia mutua de ciencia y humanidades sigue sin reconocerse. El debate continúa y aún en la "edad de la ciencia" la mayoría de la gente considera que sólo las humanidades conforman la cultura.

## El otro extremo

Dice Carlos López Beltrán que cuando pensamos en el papel de los intelectuales en nuestra cultura, la mayoría de los lugares importantes son ocupados por escritores, historiadores, filósofos y científicos sociales; a los científicos se les conceden sitios secundarios. Entonces se pregunta si, al relatar la historia de las civilizaciones recientes, estamos siendo objetivos en la repartición de los papeles trascendentes entre un conjunto y otro de intelectuales. ¿Entendemos cabalmente lo que unos y otros aportan a nuestra cultura? (López Beltrán, 1986, 1).

Un apunte de respuesta es una fracción del relato de William Cooper llamado "Two Cambridge Cultures", citado por López Beltrán:

Desde el fin de la primera Guerra Mundial hasta el inicio de la segunda, la cultura científica está obviamente representada (en Cambridge) por el laboratorio: Cavendish, Rutherford, Chadwick, Blacke, Cockroft, Kapitza y otros. Kapitza fundó un club abierto que tuvo gran influencia, en el que los científicos podían intercambiar públicamente información sobre sus hallazgos. La cultura literaria, por otro lado, está representada por una sociedad cerrada llamada Los Apóstoles, "una élite autoelegida de aquellos que se consideraban a sí mismos lo mejor de la literatura y la filosofía contemporáneas"; sus miembros eran varones procedentes de las clases privilegiadas, la mayoría de Eton, y ningún científico: Keynes, G. E. Moore, Wittgenstein, E. M. Forster, Bertrand Russell y otros. Tenían una sucursal en los de Bloomsbury.

Si hablamos de descubrimientos fundamentales que cambiarían nuestra comprensión de la estructura del mundo, los

intercambios en el club de Kapitza hacen palidecer en tal medida las "conversazione" de la sociedad de Los Apóstoles que nos parecen trivias. El conocimiento científico y la tecnología que de ahí derivaron transformaron las sociedades humanas (y su sensibilidad, no lo olvidemos), y por otro lado las aplicaciones militares de la investigación atómica trastornaron las relaciones internacionales. Comparado con esto cualquier cambio político o social generado por miembros de Los Apóstoles (tal vez haya que exceptuar a Keynes) podría ser sólo espurio. Pero los Apóstoles tenían el don de la pluma y el poder de la palabra.

Esta opinión, que puede parecer nos sesgada y que López Beltrán califica de parcial y polémica, nos hace pensar en lo absurdo de las posturas extremistas y a la vez en que toda versión de la cultura depende de "el cristal con que miramos". Aunque apunte a lo contrario, dice López Beltrán, no se trata de ahondar la brecha sino de combatir su absurdo.

### **La cultura científica**

Todo esto nos lleva a pensar en qué es cultura científica: retomemos el ejemplo de C. P. Snow sobre Shakespeare y la segunda ley de la termodinámica. ¿Son equivalentes ambos conocimientos?

Una de las cosas que hace al conocimiento científico difícilmente asimilable por el sentido común, es el carácter acumulativo de la información que maneja y la capacidad de reformular y contrastar sus teorías de acuerdo con esa nueva información. Esto es algo que no sucede con el humanismo, que aporta nuevas posibilidades pero a hechos que ya están de alguna manera en nuestro sentido común de lo humano, es decir, que son

observables en el mundo que nos rodea y en nosotros mismos. Si bien la ciencia partió de la observación de hechos más o menos experimentables cotidianamente, no hay contrapartes en el sentido común de nuestra experiencia cotidiana para entender, como sucede cuando leemos *Hamlet*, qué es entropía (o qué es un gene o un hoyo negro), abstracciones que crea la ciencia para la comprensión de ciertos fenómenos. Y en el extremo de estos objetos abstractos, ya sin ninguna referencia real precisa, están las matemáticas. Entrar en este mundo de abstracciones requiere de un gran esfuerzo y de un entrenamiento especial. Claro que lo mismo se podría decir del arte y de las humanidades; pensemos tan sólo en las abstracciones del arte no objetivo y de la música atonal de nuestro tiempo. Sin embargo, la diferencia entre ambas abstracciones descansa en el criterio de verificación empírica y en la objetividad que el conocimiento científico reclama como suyos.

Según James B. Conant, la experiencia ha mostrado, tanto en los Estados Unidos como en las modernas escuelas europeas, cuán difícil es situar en pie de igualdad el estudio de la ciencia con el de materias como la literatura, el arte o la música. Para Conant, un científico o un ingeniero pueden ser capaces de participar con plena entrega en una discusión sobre cuadros, libros y obras de teatro, pero es muy difícil mantener una conversación sobre física si la mayoría de los participantes no son científicos o ingenieros. ¿Por qué sucede esto? Es evidente, dice Conant, que la ciencia y la literatura no dejan la misma huella en la mente del estudiante.

La química de los metales y el teatro de Shakespeare son dos tipos completamente diferentes de conocimiento por lo que se refiere a las necesidades de todo ser humano. Desde luego no es necesario tomar un ejemplo de las ciencias naturales; en la

frase anterior puede sustituirse perfectamente 'química de los metales' por 'gramática latina'. Expresado en términos simplísimos, la diferencia reside en el hecho de que el teatro de Shakespeare ha sido y sigue siendo el objeto de interminables debates en los que se ha criticado desde todo ángulo concebible el estilo y los personajes y constantemente han llegado hasta nosotros palabras de admiración y censura para los mismos. Por otro lado, nadie admira o desaprueba los metales o el comportamiento de sus sales. (Conant, 1983, 1)

Aunque original, la visión de Conant es muy idealizada. Un científico o un ingeniero pueden ser capaces de discutir seriamente sobre arte, siempre y cuando tengan una amplia cultura, lo que raras veces ocurre.

### **Literatura y ciencia**

Aldous Huxley, en su libro *Literatura y ciencia*, hace un análisis lúcido del conflicto entre el mundo humanista y el mundo científico. Huxley es quizá el autor contemporáneo que ha probado de modo más evidente la posibilidad de una reconciliación entre la ciencia y la literatura.

Al contrario del poeta, que busca la íntima verdad sentida de la vida subjetiva, el científico busca la verdad del exterior, organizada en un sistema de explicación meramente racional, por un proceso de abstracción e hipótesis. Dice Wordsworth: "Si la obra de los Hombres de Ciencia produjera alguna vez una revolución material, directa o indirecta, en nuestra condición y en las impresiones que habitualmente obtenemos, no por ello el Poeta estaría más dormido que en el presente; estaría dispuesto a seguir los pasos de los Hombres de Ciencia y no sólo en aquellos efectos indirectos generales; se encontraría a su lado, llenando de sentido la intimidad de los

objetos mismos de la ciencia. Los más remotos descubrimientos del químico, el botánico o el mineralogista, si alguna vez llegan a resultarnos familiares y si las relaciones en que los discípulos de estas ciencias respectivas los contemplan llegan a tener para nosotros manifiestamente la materialidad de seres que gozan y sufren, serán objetos tan adecuados para el arte del poeta como cualquier otro" (citado en Huxley, 1979).

Para Huxley, el problema radica en el "Si alguna vez...", expresión que retrata el hecho de que la gran mayoría de la gente encuentra poco interés en la ciencia como observación desapasionada y menos aún como sistema racional de conceptos explicativos; el campo de la ciencia aplicada, de la ciencia incorporada en la tecnología, sólo le interesa en cuanto lo afecte personalmente. "Si todos nosotros, dice Huxley, sintiéramos un interés tan apasionado por la genética de las lombrices, digamos, o por la hipótesis atómica, como por nuestros amigos, nuestra artritis o nuestra vida sexual, entonces habría sólo una cultura y no dos. Los poetas escribirían indiferentemente poesías líricas sobre el ácido nucleico o sus recatadas amantes, sobre la mecánica cuántica o la muerte de los niños; y a los investigadores les resultaría placentero e incluso provechoso leer esas poesías. Pero las hipótesis de la física y los datos de la genética y la bioquímica son sólo importantes para una minoría" (Huxley, 1979, 55).

En el párrafo anterior, Huxley parece olvidar que Shakespeare, T.S. Eliot y el mismo Aldous Huxley "sólo son importantes (en el mundo moderno) para una minoría". En muchos lugares, México entre ellos, se vende más un libro "popular" sobre la genética, que una edición de poemas, o una novela "culto", cuando los autores son igualmente desconocidos. Más gente compra revistas de divulgación científica que revistas "cultas" de arte, poesía o música. Lo justo sería decir que ambas culturas son víctimas del mismo mal, que es la tendencia a la ignorancia apoyada por los medios

masivos de comunicación.

¿Cómo han reaccionado los hombres de letras ante la ciencia y la tecnología? De modo muy semejante a la mayoría, según Huxley. No han experimentado, o al menos demostrado, un gran interés por la ciencia y del dominio de la tecnología sólo se han preocupado por sus consecuencias sociales y psicológicas, muy poco por las teorías que la respaldan. La poesía de este siglo, científico como ningún otro, hace en general menos referencia a la ciencia que la poesía de épocas en que la ciencia carecía relativamente de importancia. Ésta, dice Huxley, sin matizar que lo anterior es más cierto en el mundo de habla hispana que en el de inglesa, es una paradoja que necesita dilucidarse y explicarse para seguir en la tarea, importante y necesaria, de relacionar ambos dominios de la Cortina de Hierro espiritual. Para explicarla, recurre a tres hechos: la especialización de la ciencia, su (supuesta) impersonalidad y la abundancia de su difusión.

En los buenos tiempos, se nos dice a menudo, la ciencia era mucho más sencilla que en nuestros días. Aun un poeta podía entender las hipótesis darwinianas en su forma primitiva; podía entenderlas y, si era un librepensador, regocijarse por sus implicaciones antiteológicas o, de tratarse de un cristiano ortodoxo, reaccionar con indignación o con nostálgicas lágrimas por lo que *El origen de las especies* hizo con el Arca de Noé y el primer capítulo del *Génesis*. Hoy el cuadro, otrora tan hermosamente claro, ha tenido que incorporar todas las complejidades de la genética, la bioquímica y hasta de la biosociología moderna. (Huxley, 1979, 76-77)

La ciencia se ha convertido en un asunto de especialistas. Al hombre de

letras, incapaz ahora de entender todas esas complejidades, según dice Huxley, no le queda más que ignorar por completo la ciencia contemporánea. Sin embargo, habría que cuestionarse si Newton, Euler o Maxwell fueron muy accesibles para los no especialistas de sus respectivos tiempos.

Por otro lado, se dice que a la ciencia hay que acercarse de manera impersonal: mediante una observación desinteresada, una intuición y una experimentación carentes de prejuicios y una paciente racionalización de acuerdo con algún sistema de conceptos lógicamente correlacionados. Pero en la vida real, siempre hay conflictos entre la razón y la pasión y la ciencia es intolerante frente a esta última. La literatura tolera un espectro mucho más amplio de actitudes humanas. Con tal que se escriba lo suficientemente bien, dice Huxley con su ironía característica, en un ensayo puede decirse casi cualquier cosa, y en la novela, prácticamente cualquier cosa, desde las más intensamente privadas experiencias subjetivas hasta las más públicas observaciones y razonamientos.

El progreso de la ciencia, dice Huxley, ha engendrado el progreso de la popularización de la ciencia. El hecho de que esta es una era científica, ha liberado a la poesía de la necesidad de referirse de modo directo y detallado a la ciencia. Cada año se publican numerosos textos de difusión de todas las ciencias y resúmenes de los progresos recientes.

La 'Ciencia Popular' es una nueva forma de arte que participa simultáneamente del libro de texto y el reportaje, el ensayo filosófico y el proyecto sociológico. No es necesario ahora que la ciencia penetre la poesía, excepto por implicación filosófica, como uno de los componentes indispensables de una cosmovisión sostenible, o a modo de ilustración significativa o



metáfora expresiva. No sorprende que tan pocos poetas contemporáneos practiquen la referencia científica, en gran escala o en detalle. (Huxley, 1979, 76)

Cabe añadir aquí que a pesar de las dificultades que revela el análisis científico al penetrar cada vez más profundamente en la íntima estructura del mundo, los grandes problemas filosóficos siguen siendo enormes, la naturaleza es hoy tan compleja como antes y la humanidad, mucho más.

Pero nuestra preocupación no debe ser el pasado, sino el presente y el futuro inmediato. Nos guste o no, añade Huxley, la nuestra es la Era de la Ciencia. ¿Qué puede hacer acerca de esto el escritor? ¿Y qué debería hacer acerca de esto como literato consciente y ciudadano responsable?

La condición previa de cualquier relación fructífera entre literatura y ciencia es el conocimiento. El escritor, cuya labor primordial es expresar mediante palabras las más privadas de las experiencias humanas, debe aprender algo acerca de las actividades de aquellos cuya tarea consiste en analizar las más públicas experiencias y coordinar sus descubrimientos en sistemas conceptuales expresados en palabras de otra especie: las palabras de la definición precisa y el discurso lógico. Si bien el conocimiento detallado y profundo de cualquiera de las ramas de la ciencia le es imposible al no especialista, todo lo que le es necesario al hombre de letras es un conocimiento general de la ciencia, una perspectiva de vuelo de pájaro de lo que se ha logrado en los varios dominios de la investigación científica, junto con una comprensión de la filosofía de la ciencia y una apreciación de las maneras en que la información científica y los modos científicos del pensamiento resultan pertinentes para la experiencia humana y los problemas de las relaciones sociales, para la religión y la política, para la ética y una filosofía de la vida sostenible.

La literatura dota de una forma a la vida, nos ayuda a saber quiénes somos, cómo sentimos y cuál es el sentido de nuestras experiencias privadas. El escritor debe relacionar dichas experiencias de algún modo humanamente satisfactorio con las experiencias públicas en los universos de los hechos naturales y las convenciones culturales; y proseguir con la tarea de obtener el mejor partido posible de todos los mundos en que los seres humanos están predestinados a vivir, percibir, sentir, pensar y morir.

Pero este tránsito de conocimiento y comprensión entre las dos culturas debe fluir en ambas direcciones: desde la ciencia a la literatura y también desde la literatura a la ciencia.

### **Literatos vs científicos**

La actitud pública frente a la ciencia es ambivalente: por una parte hay interés y admiración y por otra temor y hostilidad. Se considera que la ciencia es materialista y deshumanizante, arrogante y peligrosa. Sus practicantes son técnicos fríos y sin sentimientos que detentan un gran poder y muestran muy poca responsabilidad. El reduccionismo científico es sospechoso e incómodo y está quitando todo el misterio y el encanto a la vida. Sus aplicaciones en contra del ser humano, bélicas o genéticas, son innegables. Lewis Wolpert y Alison Richards exploran estas ideas en la introducción a su libro *A Passion for Science* (Wolpert, 1988), de la que he tomado el material de este apartado y el siguiente.

Sabemos que el avance científico no es garantía de bienestar, pero las raíces del sentimiento anticientífico actual son mucho más profundas. Muchas de las críticas específicas a la ciencia pueden rastrearse hasta el movimiento romántico del siglo XIX. Coleridge decía: "hemos adquirido unas pocas invenciones brillantes a cambio de la pérdida de toda comunión con la vida y el espíritu de la naturaleza" (citado en Wolpert, 1988). Lo

nismo opinaba D. H. Lawrence en este siglo: "El conocimiento ha matado al Sol reduciéndolo a una bola de gas con manchas; el conocimiento ha matado a la Luna diciéndonos que es una pequeña Tierra muerta, llena de cráteres que la hacen parecer que tuvo viruelas... El mundo de la razón y la ciencia... es el mundo seco y estéril en que viven las mentes abstractas" (citado en Wolpert, 1988). El Dr. Frankenstein de Mary Shelley es el epítome del científico que desata fuerzas que después no puede controlar y tan poderosa es su imagen que ya es parte de la cultura popular del siglo XX, como símbolo de los peligros de la ciencia.

Empero, estas imágenes no provienen de los científicos, sino de los escritores. Fue Mary Shelley quien creó al monstruo, no la ciencia. Aparte de ser una ironía, esto sugiere que, al menos en parte, la antipatía proviene de las dificultades que los no científicos tienen para entender la ciencia. De esto los científicos tienen parte de la culpa pues, con excepciones notables, su tendencia ha sido no dar explicaciones al público general. Sin embargo, el problema es más profundo. Muchos sospechan que el modo de pensar de los científicos no es normal pues difiere mucho del común y corriente. La ciencia pide tratar con datos estadísticos y secos, abandonar creencias apreciadas y quizá, aceptar que no hay causas simples y lineales. El crítico literario Lionel Trilling observó que "la exclusión de la mayoría de nosotros del modo de pensar que dicen que es característico de esta época, nos hace sentirnos heridos en nuestro yo intelectual" (citado en Wolpert, 1988).

Pero hoy día ya no son los escritores sino los medios masivos los que forman la opinión pública y no es sorprendente que persistan las imágenes distorsionadas de la ciencia. Además de ser lógico-deductivos, fríos y carentes de humor, se considera que los científicos están alejados de la vida cotidiana. Los estereotipos son comunes y engañosos; el profesor extraño y distraído de las tiras cómicas es lo usual al describir a un científico.

Parte del problema proviene de que los científicos dan una imagen falsa de ellos mismos. Como lo señaló Medawar, la misma forma de las publicaciones de los científicos es una especie de fraude. El formato simplificado que se inicia con una "introducción", sigue con los "métodos" y los "resultados" y termina con la "discusión", no tiene ninguna relación con la manera en que los científicos realmente trabajan. En general los científicos sólo buscan que los resultados finales resistan el escrutinio frío y objetivo de sus colegas y no se ocupan en mostrar el proceso seguido para lograr sus descubrimientos. Al quitar todo rastro de emoción humana, los artículos científicos se reducen a expedientes de los que es imposible extraer el significado de lo hecho y los motivos para haberlo hecho. Lo mismo sucede con la imaginación, la suerte, las dificultades y otros factores como las conversaciones con otros o la obsesión por resolver un problema. Por otra parte, no deja de ser sorprendente que los científicos no hagan algo para borrar esa imagen carente de calor humano. La idea de que hay algo llamado método científico ha ayudado a reforzar esta imagen; se suele pensar que hay un procedimiento intelectual y formal que conduce con seguridad y de manera inevitable a las conclusiones correctas. El proceso mental de los científicos parece funcionar de manera distinta al de la gente normal.

## **Hamlet y la estructura del ADN**

¿Qué tan cierto es lo expresado por los literatos, en su calidad de "público general" de la ciencia?

Aunque el modo de pensar en un nivel técnico es diferente al cotidiano, la elaboración de la ciencia tiene mucho en común con otras actividades intelectuales y creativas. Pero estos aspectos de la ciencia pasan totalmente desapercibidos. A diferencia de los artistas, los científicos no están

fascinados por el proceso de creación. Como la ciencia se refiere al mundo externo y rechaza lo personal cuando se trata de juzgar sus resultados, no hay tradición de introspección y análisis. Mientras los escritores, los músicos y los pintores (o sus biógrafos y críticos) reflexionan mucho acerca de cómo piensan, cómo trabaja su imaginación y cuándo les llegó la inspiración, los científicos raramente se cuestionan estos procesos. Una diferencia esencial entre las artes y la ciencia es, como lo ha señalado Roszak, que la ciencia no depende de las publicaciones originales. Aparte de los historiadores, nadie se preocupa por leer los artículos de Einstein, Newton o Crick y Watson. Una vez que las ideas de estos científicos han sido aceptadas, se incorporan al cuerpo general del conocimiento, despojadas de su versión original. Pero hay que hacer notar que esto no sólo ocurre en la ciencia; es cierto que en el *Hamlet* o en "La última cena", es la obra concreta lo que se admira, pero hay creaciones que se independizan del texto original. No se necesita leer los Evangelios para saber lo que dicen, ni a Freud para participar de ciertos mitos psicoanalíticos.

Es difícil imaginar a un científico escribiendo acerca de su labor, como por ejemplo hizo Proust. Hacer ciencia no es, en ese sentido, algo personal. Sin embargo, no hay razón para no examinar cómo los científicos hacen sus descubrimientos, aun cuando éstos representen un conocimiento de naturaleza diferente al de otras labores humanas. Es imposible que las emociones, los fracasos y los sentimientos no incidan en el proceso de creación científica aunque pueda parecer que éste se realiza en el vacío, sin ser afectado por eventos externos. ¿Por qué un matemático es distinto a un biólogo? ¿De dónde les vienen a los científicos sus ideas? ¿Qué tanto hay de casualidad o de imaginación en sus investigaciones? Los logros de los científicos, ¿son cosa de suerte o de chiripa? ¿Qué tan importante es la competencia para determinar el tipo de investigación que se sigue? Sabemos

bien que hay pocas probabilidades de que *Hamlet* vuelva a escribirse, pero sabemos mejor que la estructura del ADN no podrá volver a descubrirse y esto puede ser terrible para quienes han comprometido su vida en una sola especialidad.

Respecto a las discusiones sobre el método científico, ¿hay algo más emocionante que la búsqueda de la consistencia lógica o que la congruencia con la experiencia del mundo externo? En esto no parece haber una gran diferencia entre el trabajo de un científico y el de cualquier otro investigador. La búsqueda de explicaciones y conexiones, el proceso de validación y verificación y otras cuestiones metodológicas son muy parecidos. Lo que los hace diferentes es la materia de estudio. El deseo de definir un método científico exclusivo sólo oculta la variedad de formas de trabajo de los diferentes científicos y las diferencias propias de las múltiples disciplinas que componen la ciencia.

Pero a pesar de todo lo dicho, aceptar a la tradición científica como compañera de la literaria requiere de algo más que una comprensión de las teorías científicas. Nada hay más ilustrativo a este respecto que los propios textos de divulgación. En el siguiente capítulo presento una selección de textos clásicos, tal vez prolija para quien conozca el tema, pero práctica para quien no ha tenido acceso a este tipo de textos. Su consagración se basa en cualquiera de estos criterios: su permanencia, su inclusión en antologías, su uso como obra de consulta en la práctica del divulgador y mi gusto personal.

## VI CLÁSICOS DE LA DIVULGACIÓN

En muchos ámbitos de la cultura superior se califican de clásicos a algunos autores y a ciertas obras, al considerarlos como modelos a imitar o como ejemplos dignos de ser seguidos. La existencia de clásicos permite tener una vista panorámica de una disciplina, ya que son buenos puntos de referencia. También son útiles cuando se trata de someter algo a juicio, pues con ellos podemos establecer comparaciones. Las disciplinas de mayor tradición han definido sus clásicos y han defendido sus razones para sostenerlos como tales. En la divulgación de la ciencia todavía no contamos con clásicos indiscutibles, no sólo porque no existen criterios o estándares para calificarlos, sino porque se trata de una disciplina que, como ya hemos visto, presenta muchos aspectos controvertidos respecto a su unidad y su esencia. Sin embargo, los textos que presentaremos a continuación han mostrado de una u otra forma su calidad a lo largo de varias décadas.

### Textos precursores

En su introducción a la edición de 1916 de *Relativity*, Einstein escribe:

The present book is intended, as far as possible, to give an exact insight into the theory of Relativity to those readers who, from a general scientific and philosophical point of view, are interested in the theory, but who are not conversant with the mathematical apparatus of theoretical physics. The work presumes a standard of education corresponding to that of a university matriculation

examination, and, despite the shortness of the book, a fair amount of patience and force of will on the part of the reader. The author has spared himself no pains in his endeavour to present the main ideas in the simplest and most intelligible form, and on the whole, in the sequence and connection in which they actually originated. In the interest of clearness, it appeared to me inevitable that I should repeat myself frequently, without paying the slightest attention to the elegance of the presentation. I adhered scrupulously to the precept of that brilliant theoretical physicist L. Boltzmann, according to whom matters of elegance ought to be left to the tailor and to the cobbler. I make no pretence of having withheld from the reader difficulties which are inherent to the subject. On the other hand, I have purposely treated the empirical physical foundations of the theory in a "step-motherly" fashion, so that readers unfamiliar with physics may not feel like the wanderer who was unable to see the forest for trees. (Einstein, 1979, v)

Esta idea de que el científico no debe preocuparse por el estilo ha prevalecido en un amplio sector de la academia. Algunos dicen, apoyándose en argumentos "neurológicos", que la capacidad para hacer ciencia excluye la capacidad para escribir bien. Otros alegan que quien se dedica a escribir bien roba un tiempo precioso a la investigación científica. En mi opinión, se trata tan sólo de un problema de formación y por tanto, de actitud.

El siguiente es un párrafo del capítulo "The Gravitational Field" de *Relativity*:



If we pick up a stone and then let it go, why does it fall to the ground?" The usual answer to this question is: "Because it is attracted by the earth." Modern physics formulates the answer rather differently for the following reason. As a result of the more careful study of electromagnetic phenomena, we have come to regard action at distance as a process impossible without the intervention of some intermediary medium. If, for instance, a magnet attracts a piece of iron, we cannot be content to regard this as a meaning that the magnet acts directly on the iron through the intermediate empty space, but we are constrained to imagine —after the manner of Faraday— that the magnet always calls into being something physically real in the space around it, that something being what we call a "magnetic field". In its turn this magnetic field operates on the piece of iron, so that the latter strives to move towards the magnet. We shall not discuss here the justification for this incidental conception, which is indeed a somewhat arbitrary one. We shall only mention that with its aid electromagnetic phenomena can be theoretically represented much more satisfactorily than without it, and this applies particularly to the transmission of electromagnetic waves. The effects of gravitation also are regarded in an analogous manner. (Einstein, 1979, 63-64)

Considero el libro de Einstein un clásico pues, de todos los muchos acercamientos al tema de la relatividad, como divulgación éste es el mejor, por su claridad; también porque, como puede notarse, Einstein ignora el consejo de Boltzmann, ya que escribe con elegancia, es decir, su prosa es

cuidada en el lenguaje y acertada en la selección de las palabras.

Los textos de Gamow están dirigidos a aquellos deseosos de adquirir una idea clara de los recientes procesos de la física pero que no disponen del tiempo o de los conocimientos necesarios para estudiarlos en obras puramente técnicas. Con su estilo característico, en el que se conjugan la sencillez de exposición y el rigor científico, Gamow describe los descubrimientos que condujeron en las primeras décadas del presente siglo a una renovación completa de las nociones fundamentales de la física: espacio, tiempo, gravitación, materia y energía. El autor proporciona al lector, bajo la forma de relatos fantásticos y humorísticos, nociones correctas de las teorías y principios en que se basa la ciencia moderna. El protagonista, un hombre común y corriente, se enfrenta a los últimos descubrimientos de la física a través de sus aventuras imaginarias en otros mundos. El héroe va a parar, en sueños, a varios mundos donde los fenómenos que suelen escapar a nuestros sentidos aparecen tan exagerados, que resultan fácilmente observables, como los demás acontecimientos de la vida cotidiana. Los relatos de Mr. Tompkins fueron publicados por primera vez en la revista *Discovery* (1939).

El señor Tompkins, en *Mr. Tompkins in Wonderland*, sueña después de leer un texto sobre la relatividad:

When he opened his eyes again he found himself standing at a street corner in a beautiful old city. He suspected that he was dreaming now, but to his surprise there was nothing unusual happening around him; even a policeman standing on the opposite corner looked as policemen usually do. The hands of the big clock on the tower down the street were

pointing almost to noon and the streets were nearly empty. A single cyclist was coming slowly down the street and, as he approached, Mr. Tompkins's eyes opened wide with astonishment. For the bicycle and the young man on it were unbelievably flattened in the direction of the motion, as if seen through a cylindrical lens. The clock on the tower struck twelve, and the cyclist, evidently in a hurry, stepped harder on the pedals. Mr. Tompkins did not notice that he gained much in speed, but, as the result of his effort, he flattened still more and went down the street looking exactly like a picture cut out of cardboard. Then Mr. Tompkins felt very proud because he could understand what was happening to the cyclist —it was simply the contraction of moving bodies, about which he had just read. (Gamow, 1953, 20-22)

Para los divulgadores de la década de los 60 Gamow era todavía el ejemplo a seguir, y es un clásico por derecho propio. Sin embargo, ya no lo tomamos como modelo. El caso de Gamow refleja la evolución del concepto de divulgación. Lo que ayer nos pareció un audaz y novedoso ejercicio de la imaginación, hoy nos suena bastante ingenuo. Este problema evolutivo lo abordaré posteriormente en la sección de conclusiones.

Un clásico de la divulgación de la biología, y que ejemplifica la tendencia de la época, es el libro *On Growth and Form* de D'Arcy Wentworth Thompson, publicado en 1942. Otros autores clásicos de la divulgación de la biología y la medicina, anteriores a los setentas, son William Boyd, Rachel Carson, L. Thomas, E. J. H. Corner, George W. Corner, Julian Huxley, Peter Medawar, Charles Sherrington, Desmond

Morris y Watson y Crick.

Mención aparte merece J. B. S. Haldane, quien no sólo fue uno de los pioneros de la genética moderna, sino que fue de los primeros que se preocuparon por el que he llamado "problema de la divulgación". Veamos un ejemplo de su ensayo "El tiempo en la biología", donde habla de las diferentes escalas de tiempo para los diversos procesos biológicos y las controversias de la genética que se deben a la dificultad de pensar simultáneamente en los niveles molecular y ontogénico, lo cual entraña otro pensamiento, fisiológico, que se halla entre uno y otro. El arte, preocupación constante de Haldane, permite una reflexión adicional sobre el talento y el aprendizaje.

Los modos de comportamiento se desarrollan, al igual que los órganos, durante el curso de una vida. La maduración de un proceso puede depender o no del aprendizaje. Así, un mirlo criado por seres humanos, desde que está en el huevo, emite un canto que es perfecto, cuando menos para el oído humano. Una alondra tiene que aprender su canción. Su arte no es menos premeditado que el de Shelley. (Haldane, 1967, 17)<sup>1</sup>

Veamos ahora un extracto del ensayo "The Last Judgement" de su libro *On Being the Right Size*:

The star on which we live had a beginning and will doubtless have an end. A great many people have predicted that end,

---

<sup>1</sup> No tuve acceso al original en Inglés. Utilicé la magnífica traducción del Dr. Eli de Gortari.

with varying degrees of picturesqueness. The Christian account contains much that is admirable, but suffers from two cardinal defects. In the first place, it is written from the point of view of the angels and a small minority of the human race. The impartial historian of the future could legitimately demand a view of the communiqués of The Beast of the Book of Revelation and his adherents. For, after all, The Beast and his false prophet could work miracles of a kind, and were admittedly able propagandists. So perhaps 'Another air raid on Babylon beaten off. Seventeen archangels brought down in flames' might record some of the earlier stages in the war, while 'More enemy atrocities. Prophet cast into burning sulphur' would chronicle the peace terms.

But the more serious objection is perhaps to the scale of magnitudes employed. The misbehaviours of the human race might induce their creator to wipe out the planet, but hardly the entire stellar system. We may be bad, but I cannot believe that we are as bad as all that. At worst our earth is only a very small septic area in the universe, which could be sterilized without very great trouble, and conceivably is not even worth sterilizing. (Haldane, 1985, 45-46)

Haldane es un gran maestro de la ambigüedad; nos trae a la mente imágenes que resuenan en otros ámbitos de nuestra experiencia.

## La importancia del estilo

Como ya dijimos, en la segunda mitad del siglo XX se plantea la preocupación de encontrar un escritor que combine el conocimiento científico con sensibilidad e imaginación.

Anteriormente, lo literario era una cualidad que no se buscaba de manera explícita. La frase de Einstein es contundente: el estilo, a los zapateros. Esta idea, como ya mencioné, fue apoyada por la comunidad científica más inflexible, que sostiene que dedicar tiempo y gusto a la escritura no especializada es una pérdida de tiempo y hasta una labor de segundo orden. De esta comunidad, algunos conceden valor a la divulgación, siempre y cuando ésta garantice un número creciente de vocaciones juveniles. No obstante, hoy día muchos divulgadores piensan que la elegancia del tratamiento también les atañe y que su labor es tan importante y profesional como la de los científicos. A continuación presentamos ejemplos de dos de los mejores divulgadores de nuestro tiempo en el campo de la biología.

Una cita de Stephen Jay Gould, tomada de su artículo "Adam's Navel":

The ample fig leaf served our artistic forefathers well as botanical shield against indecent exposure for Adam and Eve, our naked parents in the primeval bliss and innocence of Eden. Yet, in many ancient paintings, foliage hides more than Adam's genitalia; a wandering vine covers his navel as well. If modesty enjoined the genital shroud, a very different motive —mystery— placed a plant over his belly. In a theological debate more portentous than the old argument about angels on pinheads, many earnest people of faith had

wondered whether Adam had a navel.

He was, after all, not born of a woman and required no remnant of his nonexistent umbilical cord. Yet, in creating a prototype, would not God make his first man like all the rest to follow? Would God, in other words, not create with the appearance of preexistence? The issue was surely vexatious; in the absence of definite guidance, and not wishing to incur anyone's wrath, many painters literally hedged and covered Adam's belly.

A few centuries later, when the nascent science of geology was gathering evidence for the earth's enormous antiquity, some advocates of biblical literalism revived this old argument for our entire planet. The strata and their entombed fossils surely seem to represent a sequential record of countless years, but would not God create his earth with the appearance of pre-existence? Why should we not believe that he created strata and fossils to give modern life a harmonious order by granting it a sensible (if illusory) past? As God provided Adam with a navel to stress continuity with future men, so too did he endow a pristine world with the appearance of an ordered history. Thus, the earth might be but a few thousand years old, as Genesis literally affirmed, and still record an apparent tale of untold aeons. (Jay Gould, 1984, citado en Dixon, 1989, 67-68)

La constante búsqueda de las palabras que expresen con precisión lo que quiere comunicar, hace de la prosa de Jay Gould una de las más ricas

y cuidadas de la divulgación de la ciencia.

De la introducción a *The Selfish Gene*, de Richard Dawkins:

Imagine the days before printing, when books such as the Gospels were copied by hand. All scribes, however careful, are bound to make a few errors, and some are not above a little wilful "improvement". If they all copied from a single master original, meaning would not be greatly perverted. But let copies be made from other copies, which in their turn were made from other copies, and errors will start to become cumulative and serious. We tend to regard erratic copying as a bad thing, and in the case of human documents it is hard to think of examples where errors can be described as improvements. I suppose the scholars of the Septuagint could at least be said to have started something big when they mistranslated the Hebrew word for "young woman" into the Greek word for "virgin", coming up with the prophesy: "Behold a virgin shall conceive and bear a son..." Anyway, as we shall see, erratic copying in biological replicators can in a real sense give rise to improvement, and it was essential for the progressive evolution of life that some errors were made. We do not know how accurately the original replicator molecules made their copies. Their modern descendants, the DNA molecules, are astonishingly faithful compared with the most high-fidelity human copying process, but even they occasionally make mistakes, and it is ultimately these mistakes which make evolution possible. (Dawkins, 1976, 17-18)



Con su prosa directa, Dawkins transmite una mirada singular del concepto de replicación. Esta combinación de ciencia y arte, este tender puentes que puedan acercar las percepciones y preocupaciones de los científicos a las del resto de los seres humanos, han convertido a estos textos en clásicos de la divulgación. Algo semejante ocurre con los textos de física.

### **Textos ejemplares de divulgación de la física**

Carl Sagan en *Cosmos* utiliza la metáfora para descubrir poéticamente el océano en que estamos inmersos:

The Cosmos was discovered only yesterday. For a million years it was clear to everyone that there were no other places than the Earth. Then in the last tenth of a percent of the lifetime of our species, in the instant between Aristarchus and ourselves, we reluctantly noticed that we were not the center and purpose of the Universe, but rather lived on a tiny and fragile world lost in immensity and eternity, drifting in a great cosmic ocean dotted here and there with a hundred billion galaxies and a billion trillion stars. We have bravely tested the waters and have found the ocean to our liking, resonant with our nature. Something in us recognizes the Cosmos as home. We are made of stellar ash. Our origin and evolution have been tied to distant cosmic events. The exploration of the Cosmos is a voyage of self-discovery. (Sagan, 1980, 318)

Habrá quienes, refiriéndose a los abundantes calificativos que utiliza P.

W. Atkins en "Why Things Change", capítulo de *The Creation*, le reprocharán lo subjetivo de su lenguaje. Sin embargo, su descripción del mundo de las moléculas tiene la viveza y el color que ninguna ecuación podría transmitirnos:

Evolution is reaction by seduction. Complex molecules can acquire even greater complexity in stages instead of attempting a single great passion. One molecule may be able to discard a few atoms to a congenial partner, pick up a few others elsewhere, and in due course chance upon a destination. Only a little reorganization has to take place at each step, and so only a little loosening is required for each one. Since small chance influxes and abundances of energy are more likely to occur than big ones, the overall process may occur much more quickly than if enough energy had to arrive for there to be reaction in a single stride. That is reaction by multiple misadventure, reaction down the slippery slope. Whether or not the reaction can proceed then becomes mainly a matter of logistics, or the supply of little molecules at the appropriate time in the meal. (Atkins, 1981, citado en Dixon, 1989, 2)

En *Timescale*, de Nigel Calder, hay un ritmo vertiginoso donde las rebuscadas imágenes expresan una idea de golpe:

In caricatures of Mother Earth, where land masses ran riot, the first lords were colored slime, then upstart worms, then sprawling mammal-like reptiles, all for far longer intervals

than humans have existed. In Darwin's paleontological estimation, ours is not so much the era of the risen ape as the Age of Barnacles. Holy mountains turn out to be wreckage of continental traffic accidents, while Chicago and Leningrad sit in the chairs of glaciers gone for lunch. All in all, the refurbished creation myth owes more to Groucho than to Karl Marx. It is a tale of hungry molecules making dinosaurs and remodeling them as ducks; also of cowboys who put to sea, quelled the world with a magnetic needle, and then wagered their genes against a mushroom cloud that knowledge was a Good Thing. (Calder, 1983, citado en Dixon, 1989, 15-16)

George Greenstein, en *The Symbiotic Universe*, personaliza la soledad del ser humano frente a lo infinito; al utilizar la primera persona, su texto es íntimo y así lo acerca más al lector.

It may be that the explanation for nature's extraordinary fitness for life must be sought not in the realm of religion, not even in any purely scientific realm, but in the realm of existence itself. Metaphysics, the study of existence and of the ultimate nature of reality, is usually considered part of philosophy. But quantum mechanics too has something to say about the subject.

The insight suggested by this theory —and I emphasize the word suggested here— is that in the fitness of the environment we are witnessing the effects of a gigantic symbiosis at work in the universe. Symbiosis, the mutual

interdependency of two organisms, is widely known in biology, but the symbiosis envisaged here is different. The first partner in this new relationship is not an organism at all, but rather an inanimate structure: the physical universe as a whole. As for the second, it is alive but it is not any single organism. It is all organisms —life itself.

And between the two there is a union. There is a great metaphysical dance by which each supports the other. How did it come to pass that against all odds the cosmos succeeded in bringing forth life? It had to do in order to exist.

Well... big words. Pretty tough talk from so small a fellow: one tiny individual flat on his back under this great impersonal sky. It strikes me I make a foolish figure right now, declaiming so confidently the latest poop on the structure of all things —stars, cosmos, and yes, even the nature of existence itself. While I've been lying here some mosquito has found me out. It evades my every slap. Obnoxious beast —who gave it permission to exist?

It's late. Time to be moving. I get to my feet and stretch. But before heading indoors I pause a moment and look about.

There is not a breath of wind. There is not the slightest sound. That chipmunk in the bushes seems to have closed up operations for the night. Overhead, the stars are strewn across a darkness, a blackness so profound that for a moment, for the barest flicker of an instant, I can almost sense their inconceivable distance. In a sudden, exalting burst

of vertigo I fancy what it would be like to fly, to fall up and into that ocean. And in my imagination I am falling now, falling slowly, falling endlessly, tumbling gently through the stars in the great and perfect isolation of the night. (Greenstein, 1988, 28-29)

Carl Sagan, en *The Cosmic Connection*, "Chauvinism", recurre a imágenes populares para expresar la azarosa evolución de las formas de vida en nuestro planeta:

The evolution of life on Earth is a product of random events, chance mutations, and individually unlikely steps; small differences early in the evolution of life have a profound significance later in the evolution of life. Were we to start the Earth over again and let only random factors operate, I believe that we would wind up with nothing at all resembling human beings. This being the case, how much less likely it is that organisms evolving over five billion or more years, independently in a quite different environment of another planet of a far-off star, would closely resemble human beings.

Thus, the hoary science-fiction standby of the sexual love between a human being and an inhabitant of another planet ignores, in the most fundamental sense, the biological realities. John Carter could love Dejah Thoris, but, despite what Edgar Rice Burroughs believed, their love could not be consummated. And if it could, a viable offspring would not be possible. Likewise, the category of contact story, now quite fashionable in some UFO enthusiast circles, of sexual

contact between human and saucerian -most recently described in a weekly newspaper headline with the modest title "We sexed a Blonde from a Flying Saucer!"— must be relegated to the realm of improbable fantasy. Such crossings are about as reasonable as the mating of a man and a petunia.

A popular phrase —often encountered in popular books on the planets— is "life as we know it". We read that "life as we know it" is impossible on this planet or that. But what is life as we know it? It depends entirely on who the "we" is. A person who is unsophisticated in biology, who lacks a keen appreciation of the multitudinous adaptations and varieties of terrestrial organisms, will have a meager idea of the range of possible biological habitats. There are discussions, even by famous scientists, that give the impression that an environment that is uncomfortable for my grandmother is impossible for life. (Sagan, 1973, 43)

*Superforce*, de Paul Davies, expresa en un lenguaje claro y directo lo extraño del mundo físico, en el que nuestra experiencia sensible es incapaz de abarcar la complejidad de los fenómenos subyacentes al mundo atómico.

The weird effects of quantum physics and relativity on our traditional ideas of space and time imbue the world with a vagueness and subjectivity that belies its everyday normality. Normality is a consequence of the exceedingly limited range of experience with which we are familiar. In our daily lives we never travel at speeds great enough for timewarps and

spacewarps to become noticeable, and most of us do not delve into the fuzzy and nebulous realm of the atom. Yet the traditional, orderly, commonsense world of experience is a sham. Behind it lies a murky and paradoxical world of shadowy existence and shifting perspectives.

The nebulous surrealism exposed by the new physics is particularly acute when it comes to matter. The solid dependability of, say, a rock, reassures us of the concrete existence of objects in the external world. Yet here again closer scrutiny undermines commonsense impressions. Under a microscope the material of the rock is revealed to be a tangle of interlocking crystals. An electron microscope can uncover the individual atoms, spaced out in a regular array with large gaps in between. Probing into the atoms themselves, we find that they are almost entirely empty space. The tiny nucleus occupies a mere trillionth of the atom's volume. The rest is populated by a cloud of neither-here-nor-there ephemeral electrons, pinpricks of solidity whirling about in oceans of void. Even the nucleus, on closer inspection, turns out to be a pulsating package of evanescent particles. The apparently concrete matter of experience dissolves away into vibrating patterns of quantum energy.

There is no doubting the strong mystical element that underlies much of the new physics. The old view of the universe as a clockwork mechanism slavishly unfolding along a predetermined pathway, embedded in an absolute spacetime framework, has been swept away. In its place is a collection of images, each reflecting one aspect of

commonsense experience, but failing to connect together in an orderly way. Is an electron a wave or a particle? Both forms conjure up a clear mental image, but we cannot relate to any one entity for which the answer is 'both'. Nor can we easily picture the idea of space being curved or undergoing expansion. Space we associate with emptiness, and wrapped emptiness is a mental obstacle few can surmount. (Davies, 1984, 37-38)

Fred Hoyle, en el capítulo "The Mathematician's Universe" de *Ten Faces of the Universe*, al reordenar los acontecimientos en torno al descubrimiento de la inexistencia del éter, nos lleva del clímax de lo heroico al anticlímax de lo prosaico:

Scientists during the nineteenth century were plagued by a wrong concept, and the real problem they faced was to get rid of this blockage. Nobody could understand how an interaction can go from particle b to particle a in Figure 3.1 simply through space and time. They all felt that some form of material that transmitted the interaction had to be present between points A and B of this figure. Since no such material was found by experiment, it had to be an inherently invisible form of material, an invisible jelly which vibrated when it passed the interaction from B to A. Riemann and Cauchy failed in their attempts to describe the electrical interaction, because they sought to do so in this terms. Even after Maxwell, who eschewed the jelly, everybody still sought there had to be some way in which the stuff could be



brought into the story, and they spent twenty years or more in seeking to develop this wrong idea. Of course, if they had used the words "invisible jelly", the absurdity of what they were trying to do would soon have been recognized. But they called it "aether", which, being a Greek word of high cultural associations, was much harder to decry. This is why scientists today use nonsense words like "quark" to describe even very serious concepts. It is hard enough to avoid deceiving oneself without having confusing words like "aether" to cope with.

It was Lorentz who first suspected the error, Poincaré who first became convinced of it, and Einstein who destroyed it in the eyes of the whole scientific world in one hammer blow in the year 1905. But with the exception of the new equations of Lorentz and Minkowski, the achievement had not really been a major one. It amounted to writing the mathematical equations discovered by Maxwell in what today we would call a four-dimensional format—that is to say, with the time dimension treated like the spatial dimensions, much as we have drawn our spacetime diagrams in these chapters. The special theory of relativity was really a reorientation of scientific attitude. The great discovery had already been made thirty years earlier, by Maxwell. (Hoyle, 1977, 45-46)

En todos los textos citados la calidad del estilo es una de las características fundamentales. Independientemente de su tema, ¿podrían

reconocerseles cualidades literarias? En caso afirmativo, ¿en qué reside lo literario del texto? Estas cuestiones las abordaremos a continuación.

## VII LITERATURA, CIENCIA Y DIVULGACIÓN

En la introducción a este trabajo afirmé y subrayé la idea de que la buena divulgación, la que tiene "éxito", tiene más nexos con la literatura que con la ciencia. No existe UNA definición de literatura ni, afortunadamente, una teoría científica de la literatura, en el sentido que ha pretendido Lotman (o que preconiza Kuhn). Por ello, echaré mano de un método de análisis útil y práctico: el de las semejanzas y diferencias. De la teoría literaria extraeré algunas características de la literatura y las contrastaré con las características de la ciencia, para después abordar el problema de la divulgación. Dado lo artesanal de mi método, es posible que los resultados de este análisis no sean aceptados ni por los científicos ni por los literatos. Espero que este análisis, al menos, cause polémica entre los divulgadores.

### Ciencia y literatura

El interés en la relación entre ciencia y literatura puede rastrearse hasta Francis Bacon, siglos antes de que C. P. Snow esbozara las fronteras de las "dos culturas", pero este interés ha cobrado intensidad en los últimos diez años.

Para analizar esta relación existen diferentes enfoques: el de los literatos, el de los científicos y el mixto. A los primeros pertenece el libro de Aldous Huxley *Literatura y ciencia*, que analiza la ciencia como posible fuente de inspiración para la literatura, en particular la poesía. Tanto por cuestiones familiares como personales, Huxley siempre se interesó en la ciencia de su tiempo. Su postura, que ya discutimos, considera que si nuestro siglo es eminentemente científico, es de esperarse que la ciencia deje huella en la literatura.

El análisis (poco frecuente) de los científicos hacia la literatura tiene que ver más con la filosofía y la historia de la ciencia. Un excelente ejemplo de análisis de la interacción entre ambas disciplinas es la ya citada introducción al libro *A Passion for Science* de Lewis Wolpert y Alison Richards (Wolpert, 1988).

El enfoque mixto, o interdisciplinario como hoy se da en llamarlo, es el que rastrea desde los dos puntos de vista la influencia de la ciencia en la literatura. Un texto que ejemplifica este enfoque es el de Alan J. Fredman y Carol C. Donley, *Einstein as Myth and Muse*, (Friedman, 1985) donde el tema de la relatividad se rastrea en obras de Durrell, Nabokov, Woolf, Williams y MacLeish. No conozco opiniones de científicos sobre el libro de Huxley, ni de literatos sobre el de Wolpert y Richards; las opiniones tanto de unos como de otros sobre el de Fredman y Donley son más bien negativas. Mi opinión es que, en general, los científicos (literatos) siempre protestarán porque la ciencia (literatura) no es tratada con el "debido cuidado". Lo que es cierto es que es fácil caer en la tentación de encontrar en la literatura manifestaciones de caos, incertidumbre o relatividad.

Las reuniones anuales de la Society for Science and Literature, fundada en 1985, proporcionan un foro importante para la discusión de las intersecciones entre las ciencias y las humanidades, ciencias sociales y medicina.

Joseph W. Slade cita una colección de ensayos titulada *The Literature of Science: Perspectives on Popular Scientific Writing* en uno de los cuales Jeanne Fahnestock contrasta los protocolos de *Science* con su publicación hermana *Science 82* (y años subsecuentes) para mostrar lo que sucede cuando los "descoloridos y pasivos lenguajes profesionales se escapan del laboratorio". Los artículos en la última "celebran" y "glamorizan" supuestos resultados, mientras que aquéllos en la primera enfatizan el proceso de

descubrimiento y lo tentativo de las conclusiones. Dice Slade:

Journalists may be given to dramatic if irrelevant metaphors, as if I were suddenly to claim that the cellulose in this page could feed 78 trillion plankton, but, says David Stone in his study of the mix of fact and fiction in *Omni* magazine, that is the price science has to pay for cultural support. When scientists laugh at appropriations of the principle of indeterminacy as evidence of free will, they do not understand that such metaphors offer ordinary citizens an opportunity to protest against a "rationalized state power" that all too often seems deterministic because of its far more systematic exploitation of scientific achievements. If scientists think the public ignores the importance of precise investigation of "ultimate realities", lay audiences worry about how political and commercial decisions will affect them personally and conclude that scientists ignore the issues of power and morality. (Slade, 1994, 981)

Pero lo más interesante es que, según Slade, el sesgo literario de la labor del científico reside en que los investigadores, como los artistas, "leen" eventos y datos para interpretar, y que las notas de laboratorio, solicitudes de patrocinio y artículos científicos son tan susceptibles de análisis retórico y lingüístico como lo son las novelas y los poemas. Extrapolemos esta idea y tratemos de mirar, ya no el texto científico, sino el texto de divulgación con los ojos del análisis literario.

## Lo literario

El problema de lo literario ha sido abordado por innumerables autores. En lo que sigue me basaré en la introducción del libro de Eagleton (Eagleton, 1988) cuyo enfoque me parece el más amplio para mis fines.

Aun quienes estén en total desacuerdo con todas las ideas sobre la divulgación expresadas hasta este punto, no podrán negar que divulgación y literatura tienen al menos una cosa en común: la dificultad para definir las. En uno de varios intentos, se ha definido la literatura como obra de "imaginación" en el sentido que se trata de una ficción, de una invención, de escribir sobre algo irreal. Pero la distinción entre realidad y ficción es a menudo demasiado débil e imprecisa como para respaldar tal definición. Por un lado, si literatura son los escritos de imaginación, entonces queda fuera mucho de lo que comúnmente consideramos como literatura. Por otro lado, si sólo los textos literarios gozan de la calidad de imaginativos, estamos negando esa calidad a la historia, la filosofía y las ciencias.

Un enfoque totalmente diferente, que no se basa en el carácter novelístico o imaginativo de la literatura, es el que se refiere a su empleo característico de la lengua. Según los formalistas rusos, lo literario consiste en una forma de escribir en la cual "se violenta organizadamente el lenguaje ordinario". La literatura transforma e intensifica el lenguaje ordinario; se aleja sistemáticamente de la forma en que se habla en la vida diaria. Los formalistas consideraron la obra literaria como un conjunto más o menos arbitrario de "recursos" relacionados entre sí o como "funciones" dentro de un sistema textual total.

El discurso literario aliena o enajena el lenguaje ordinario, pero, paradójicamente, al hacerlo, proporciona una posesión más completa, más íntima de la experiencia. Leemos una nota

garrapateada por un amigo sin prestar mucha atención a su estructura narrativa; pero si un relato se interrumpe y después recomienza, si cambia constantemente su nivel narrativo y retarda el desenlace para mantenernos en suspenso nos damos al fin cuenta de cómo está construido y, al mismo tiempo, quizá también se haga más intensa nuestra participación. (Eagleton, 1988, 14-15)

Para los formalistas, la literatura es una clase "especial" de lenguaje que contrasta con el lenguaje "ordinario" que generalmente empleamos. Pero para reconocer esta diferencia de lenguajes hay que presuponer que existe un solo lenguaje "normal", lo cual no ocurre. Cualquier lenguaje consiste en gamas muy complejas del discurso, que varían según la clase social, la religión, el sexo, la categoría, la intención, etc., y es imposible unificar estos factores en una sola comunidad lingüística homogénea. Por otro lado, no todas las desviaciones lingüísticas son literarias (aunque en gremios como el de los físicos-matemáticos se utilicen expresiones como "belleza de una demostración matemática" cuando ésta les satisface "estéticamente").

Para los formalistas "lo literario" era una función de las relaciones diferenciables entre dos formas de expresión y no una propiedad inmutable. No se habían propuesto definir la "literatura" sino lo "literario", los usos especiales del lenguaje que pueden encontrarse en textos "literarios" pero también en otros diferentes. No hay recurso "literario" que no se emplee continuamente en el lenguaje diario. (Eagleton, 1988, 16)

En efecto, ¿cómo puede reconocerse que una expresión o un recurso son

literarios si el lenguaje en sí mismo carece de calidad o propiedades que permitan distinguirlo de cualquier otro tipo de discurso? Es el contexto el que nos revela su carácter literario: si la expresión proviene de una novela conocida, si el recurso forma parte de un texto que se ha leído como "literario", si figura en el programa de lecturas de un curso universitario de literatura, incluso si el texto lo he tomado del estante etiquetado como "novela" en la librería o biblioteca. Como se ve, la dependencia del contexto no hace una buena definición de lo "literario". Este es un detalle que nos servirá más adelante para contestar por qué no solemos leer la divulgación como literatura.

Otra definición consiste en decir que la literatura es un discurso "no pragmático". Para aprender física utilizamos un texto didáctico y para avisar de un robo recurrimos a un acta leguleya. La literatura, en cambio, carece de un fin práctico inmediato y debe referirse a una situación de carácter general. Aquí podría decirse que la divulgación tiene un carácter práctico en el sentido (véase la introducción) en que tiene como fin recrear la ciencia sin deformar los conceptos. Sin embargo, veremos después que la buena divulgación logra un interés general.

Pero esta manera de definir la literatura también contiene problemas.

En buena parte de lo que se clasifica como literatura el valor verdad y la pertinencia práctica de lo que se dice se considera importante para el efecto total. Pero aun si el tratamiento "no pragmático" del discurso es parte de lo que quiere decirse con el término "literatura", se deduce de esta "definición" que, de hecho, no se puede definir la literatura "objetivamente". Se deja la definición de literatura a la forma en que alguien decide leer, no a la naturaleza de lo escrito. (Eagleton, 1988, 19)



Aunque es evidente que muchos tipos de textos no se concibieron con "fines pragmáticos", esto no garantiza que vayan a leerse desde ese punto de vista. Cualquiera puede leer una novela o un poema y extraer de ellos una "enseñanza", por ejemplo. En el caso de la divulgación, no hay razón para que no ocurra lo contrario. Yo puedo leer lo que Sagan relata sobre el cosmos no porque piense que allí encontraré información digna de crédito sobre los procesos del universo, sino porque me agrada la prosa de Sagan o porque me deleitan las representaciones de la soledad del ser humano frente a lo infinito. Se dirá que eso no es leer el texto "como divulgación"; pero, ¿podría decirse que leo los textos de Sagan como literatura siempre y cuando generalice yo lo que él dice sobre los procesos del cosmos y lo eleve a la categoría de declaraciones de valor cósmico sobre la vida humana?

Lo que es cierto es que muchas de las obras que se estudian como literatura en las instituciones académicas fueron "construidas" para ser leídas como literatura, pero también es verdad que muchas no fueron "construidas" con ese propósito. Un escrito puede comenzar a vivir como historia, filosofía o ciencia y, posteriormente, ser clasificado como literatura; o bien puede empezar como literatura y acabar siendo apreciado por su valor arqueológico. Algunos textos nacen literarios, dice Eagleton; a otros se les impone el carácter literario y a este respecto puede contar mucho más la educación que la cuna. Quizá lo importante no sea de dónde vino uno sino cómo lo trata la gente. Si la gente decide que tal o cual escrito es literatura parecería que de hecho lo es, independientemente de lo que se haya intentado al concebirlo. Si las obras de divulgación siempre se han clasificado como ciencia, al abordarlas las leeremos como ciencia; jamás nos percataremos de su valor como literatura, si lo tienen.

De lo anterior se desprende que la literatura no puede considerarse tanto como una cualidad o conjunto de cualidades inherentes que quedan de

manifiesto en cierto tipo de obras, sino como las diferentes formas en que la gente se relaciona con lo escrito.

No es fácil separar, de todo lo que en una u otra forma se ha denominado "literatura", un conjunto fijo de características intrínsecas. No hay absolutamente nada que constituya la "esencia" misma de la literatura. Cualquier texto puede leerse sin "afán pragmático", suponiendo que en esto consista el leer algo como literatura; asimismo, cualquier texto puede ser leído "poéticamente". (Eagleton, 1988, 20)

Aun así, es imposible definir cuáles son las formas "pragmáticas" o cuáles las formas "poéticas" de relacionarse con el lenguaje. Por supuesto que nadie confunde lo que significa leer una novela por gusto con leer un anuncio en el metro. Pero ¿qué significa leer un texto de biología para enriquecer la mente? ¿Cómo clasificar el hecho de que la lectura de un texto sobre cosmología nos produzca una sensación religiosa? ¿Constituye esto una forma pragmática de tratar el lenguaje? Parece ser que la distinción tajante entre lo "práctico" y lo "no práctico" sólo resulta posible en una sociedad como la nuestra, donde la literatura en buena parte ha dejado de tener una función práctica. Un género donde esto es especialmente notable es el ensayo.

¿Es literatura todo ensayo? Según Adorno, "la suerte y el juego son esenciales al ensayo. No comienza con Adán y Eva sino con lo que se le antoja hablar; dice lo que se le ocurre en ese contexto y se detiene cuando siente que ha terminado en lugar de hacerlo cuando ya no hay más que decir" (Adorno, 1991, 4). "La manera en que el ensayo se apropia conceptos puede compararse con la conducta de alguien en un país

extranjero que es obligado a hablar la lengua en lugar de componerla con partes de sus elementos según las reglas que se aprendió en la escuela [...] Este tipo de aprendizaje se mantiene vulnerable al error; así el ensayo como forma debe pagar por sus afinidades a una experiencia intelectual abierta con la falta de seguridad que la norma del pensamiento establecido teme como a la muerte" (Adorno, 1991, 13). El ensayo es una de las formas más utilizadas por los divulgadores de la actualidad. Montaigne es deliberadamente imitado por Lewis Thomas, Stephen Jay Gould y Oliver Sacks.

Quizá se esté presentando como definición general una acepción de lo "literario" que en realidad es históricamente específica. Por lo tanto, no estamos posibilitados para decir con precisión por qué Shakespeare, Dostoievski y Simon son literatura, ni tampoco por qué no lo podrían ser Einstein, Darwin o Jay Gould. Tal vez quien conozca únicamente a los tres primeros responda que son literatura porque son ejemplos de lo "bien escrito". Esta respuesta sugiere de un modo general, que la gente denomina "literatura" a los escritos que le parecen bien escritos. Pero quien conozca también a los otros tres, no podría excluirlos de esta categoría sin correr el riesgo de emitir un juicio no sólo erróneo sino corto de miras. Parecería, pues, que los juicios de valor tienen mucho que ver con lo que se juzga como literatura y con lo que se juzga que no lo es. Curiosamente un escrito, para ser literario, no sólo debe caer dentro de la categoría de lo "bien escrito", sino pertenecer a lo que se considera "bien escrito", aun cuando se trate ya sea de un ejemplo inferior o de un tema ajeno a una forma o a una temática generalmente apreciadas. Es por ello que las frases "bien escrito" o "bellas letras" son ambiguas, pues denotan una clase de composiciones generalmente muy apreciadas pero no comprometen a opinar que tal o cual ejemplo en particular es "bueno".

Si asumimos, dice Eagleton, que "literatura" es una forma de escribir altamente estimada, nos enfrentaremos a la imposibilidad de definirla "objetivamente", pues cualquier cosa puede ser literatura y cualquier cosa que inalterable e incuestionablemente se considera literatura puede dejar de serlo. Por supuesto que podemos reconocer formas de expresión, como la novelada y la sublime; actitudes frente a la realidad, como el realismo, el naturalismo, el simbolismo y el surrealismo; doctrinas, como la del expresionismo; corrientes, como el petrarquismo; períodos, como el humanismo, el barroco y el romanticismo. Pero la definición de literatura como forma de escribir altamente apreciada no es una entidad estable pues depende de juicios de valor, que son variables. Así como en una época la gente puede considerar filosófica la obra que más tarde calificará de literaria, o viceversa, también puede cambiar de opinión sobre lo que considera escritos valiosos. (Un ejemplo de esto es la obra escrita de Freud, que hoy forma parte de las antologías literarias). Más aún, puede cambiar de opinión sobre los fundamentos en que se basa para decidir entre lo que es valioso y lo que no lo es. El estudio de la literatura no es pues el estudio de una entidad estable y bien definida, como ocurre con la termodinámica. No existe un conjunto de obras de valor asegurado e inalterable, llamado literatura, caracterizado por ciertas propiedades, intrínsecas y compartidas.

Entonces, ¿cómo explicar que ciertas obras literarias parecen conservar su valor a través de los siglos?

In that great discourse with the living dead which we call reading, our role is not a passive one. Where it is more than reverie of an indifferent appetite sprung of boredom, reading is a mode of action. We engage the presence, the voice of the book. We allow it entry, though not unguarded, into our

inmost. A great poem, a classic novel, press in upon us; they assail and occupy the strong places of our consciousness. They exercise upon our imagination and desires, upon our ambitions and most covert dreams, a strange, bruising mastery. (Steiner, 1969, 28-29)

Quizá la respuesta está en que asignamos valor a las obras literarias a través de lo que nos preocupa o interesa como seres humanos; a lo que nos conmueve, nos agita, nos hace mirarnos en un espejo. Pero esas inquietudes humanas que compartimos hoy con la obra literaria, también han experimentado cambios. Es posible que, en realidad y sin saberlo, no hayamos estado evaluando la "misma" obra, ni de una a otra época, ni de un lector a otro.

En resumen: ni el recurso de la invención, ni el empleo característico de la lengua, ni el carácter de no pragmático son exclusivos de la literatura. El aprendizaje, la tradición de considerar estas características como exclusivas de la literatura así como la imposición del carácter literario a ciertas obras, han dado lugar al destierro de las ciencias del reino de las bellas letras. (Una excepción que confirma la regla es el apartado "The literature of science" de *The Concise Cambridge History of English Literature* (Sampson, 1970) en el que, sin embargo, se hace un recuento de autores y títulos, ordenados de manera histórica, pero sin mencionar las cualidades "literarias" de unos u otros).

Quedémonos, por ahora, con la noción de que una obra literaria es un texto bien escrito cuyo valor (variable) descansa en su capacidad de reflejar las preocupaciones humanas vigentes.

## La intersección

Aun cuando en el último apartado del capítulo anterior encontramos entre ciencia y literatura las similitudes que derivan de que ambas son actividades intelectuales de creación, saltan a la vista con bastante intensidad sus enormes diferencias: apasionamiento contra frialdad, objetividad contra subjetividad, experiencia pública contra privada, interés por los problemas humanos contra despersonalización. En capítulos anteriores mencionamos además el problema del lenguaje especializado y la falta de una cultura científica. Todos estos ingredientes de la ciencia actúan como "repelentes" para el público general. ¿Qué tiene que ver ese conocimiento abstracto e impersonal con sus problemas cotidianos, con sus pasiones y sentimientos?

Nadie, en su sano juicio, pretendería pedir más "objetividad" a la literatura o más "subjetividad" a la ciencia. Cada una desempeña un papel *sui generis* en el conglomerado que llamamos cultura. Pero de esos dos conjuntos tan distintos se puede dar una intersección que conjugue ambas actividades creativas: la divulgación de la ciencia.

No es casual que los temas de ciencia que más aceptación tienen entre el público son los que tratan de la salud, como enfermedades, drogas, trasplantes, etc., todos ellos desde el punto de vista de la preocupación cotidiana por la vida y la muerte. En cuanto estos temas cambian de escala, digamos a la bioquímica, dejan de interesar a la gente. El tema que le sigue a la salud en aceptación es la astronomía, en particular la cosmología. Las preguntas, tan añejas como la propia humanidad, sobre su origen, su lugar en el universo y los motivos cósmicos de su existencia, llegan a tocarse con preocupaciones casi religiosas. Pero, como en el caso de la salud, en cuanto el tema deja de ser la futura muerte del Sol para pasar a los procesos termonucleares de las estrellas, el interés decae notablemente.

¿Cómo interesar a un lector en algo tan aparentemente inerte (en sentido

figurado, claro) como un átomo de carbono o un fotón?

## Divulgación y literatura

[...] I could recount an endless number of narratives about carbon atoms that became colors or perfumes in flowers; of others that, from tiny algae to small crustaceans to fish, gradually returned carbon monoxide to the waters of the sea in a perpetual round dance of life and death, in which every devourer is immediately devoured; of others that attained a decorous semi-eternity in the yellowed pages of some archival document, or on the canvas of a famous painter; of those to which fell the privilege of forming part of a grain of pollen and that left their fossil imprint in the rocks for our curiosity; of others still that descended to become part of the mysterious messengers of the shape of the human seed and participated in the subtle process of division, duplication, and fusion from which each of us is born. Instead, I will tell the story of only one more, the most secret, and I will tell it with the humility and constraint of him who knows from the start that the trade of clothing facts in words is bound by its very nature to fail.

Our atom of carbon is again among us, in a glass of milk. It is inserted in a very complex, long chemical chain, yet such that almost all of its links are acceptable to the human body. It is then swallowed. Since every living structure harbors a savage distrust toward every contribution of diverse material of living origin, the chain is meticulously shattered and its fragments, one by one, are accepted or rejected. One —the one that

concerns us— crosses the intestinal threshold and enters the bloodstream, where the atom migrates, knocks at the door of a nerve cell, enters, and supplants the carbon that was part of it. This cell belongs to a brain, and it is my brain; the cell in question, and within it the atom in question, are in charge of my writing, in a mysterious game that nobody has yet described. It is that which at this instant, issuing out of a labyrinthine tangle of yes and no, makes my hand run along a certain path on the paper, mark it with this volutes that are signs: a double snap, up and down, between two levels of energy, guides this hand of mine to impress on this paper this dot here, *this one*. (Primo Levi, "Travels with C", *The Periodic Table*, 1984, citado en Dixon, 1989, 111-112)

The woman's lips are glistening in the sunlight, reflecting high density light onto the back of the man's retina. [...]

After about 30 seconds —after several hundred trillion particles of reflected light have entered the man's eyes and have been processed— the woman says hello. Immediately, molecules of air are pushed together, beginning in her vocal chords and travelling in a springlike motion to the man's ears. The sound makes the trip from her to him (20 feet) in a 50th of a second.

Within each of his ears, the vibrating air quickly covers the distance to the eardrum. The eardrum, an oval membrane of about 0.3 inch in diameter and tilted 55 degrees from the floor of the auditory canal, itself begins trembling and transmits its motion to three tiny bones. From there, the vibrations shake the



fluid in the cochlea, which spirals snail-like two-and-a-half turns around.

Inside the cochlea the tones are deciphered. Here, a very thin membrane undulates in step with the sloshing fluid, and through this basilar membrane run tiny filaments of varying thicknesses, like strings on a harp. The woman's voice, from afar, is playing this harp. Her hello begins in the low registers and rises in pitch toward the end. In precise response, the thick filaments in the basilar membrane vibrate first, followed by the thinner ones. Finally, tens of thousands of rod-shaped bodies perched on the basilar membrane convey their particular quiverings to the auditory nerve.

News of the woman's hello, in electrical form, races along the neurons of the auditory nerve and enters the man's brain through the thalamus to a specialized region of the cerebral cortex for further processing.

Eventually, a large fraction of the trillion neurons in the man's brain become involved with computing the visual and auditory data just acquired. Sodium and potassium gates open and close. Electrical currents speed along neuron fibers. Molecules flow from one nerve ending to the next.

All of this is known. What is not known is why, after about a minute, the man walks over to the woman and smiles. (Alan Lightman, "Smile" en *Science* 85, citado en Dixon, 1989, 112-113)

Estos son dos excelentes ejemplos que introducen el conocimiento científico tomando como recurso el ámbito de lo cotidiano. No sólo están

bien escritos sino que incorporan la experiencia pública a la experiencia privada. Pero existen otros recursos que la buena divulgación toma de la literatura y del arte para lograr, como Eagleton, Huxley y Steiner han dicho refiriéndose a la literatura, la universalidad.

Analicemos ahora algunos de esos recursos, retomando los textos ejemplares del capítulo VI.

### **Recursos literarios**

Antes de iniciar nuestro análisis, es necesaria una aclaración. Todos los párrafos de los textos ejemplares pueden, a primera lectura, parecer fuera de contexto. Si, como dice Eagleton, podemos leer casi cualquier cosa como literatura, ¿qué garantiza que los párrafos seleccionados no son la breve introducción a un texto que se volverá oscuro y técnico? ¿o que no forman parte de un texto que "nació literario"? Por último, ¿qué nos asegura que tales textos cumplen con el postulado de ser fieles a los conceptos científicos?

Por supuesto, el lector interesado puede acudir a la bibliografía de este trabajo y leer los textos completos para formar su propia opinión. Por otro lado, a excepción de Nigel Calder quien es un reconocido divulgador, todos los autores son (o fueron) científicos en activo, de lo cual puede esperarse autoridad sobre su materia. Que son textos de divulgación no cabe duda; si su intención inicial (suponiendo que pudiésemos conocerla) fue literaria, entonces nos acercáramos al ideal de la divulgación.

En "El tiempo en la biología", a propósito de las diferentes escalas para los diversos procesos biológicos, Haldane dice: "Una alondra tiene que aprender su canción. Su arte no es menos premeditado que el de Shelley." En esta

hermosa analogía está presente la música de la poesía así como la sutileza del concepto de aprendizaje en el arte.

En "The Last Judgement", Haldane aborda, con gran sentido del humor, sobre lo finito de nuestro sistema solar y la pequeñez humana. "At worst our earth is only a very small septic area in the universe..." Al bajarnos de la pretensión de ser los seres más importantes del universo, hasta la maldad cobra un carácter cómico, acompañada por una nota roja en el diario bíblico.

En "Adam's Navel" de Stephen Jay Gould, la tradición religiosa, entrelazada con la pintura, nos conduce del detalle aparentemente bizantino a un argumento de gran peso sobre la creación divina con la apariencia de pre-existencia, para llevarnos a las evidencias paleontológicas de la evolución.

*The Selfish Gene* de Richard Dawkins es una analogía cargada de significados donde la idea principal es que un organismo es sólo el vehículo del ADN para elaborar más ADN. Para ilustrar lo que son las moléculas replicadoras, el autor recurre a la figura de los copistas de la Edad Media.

En *Cosmos*, Carl Sagan plasma con una buena dosis de poesía la evolución de nuestro conocimiento del cosmos infinito y eterno. El reconocer que estamos hechos de polvo estelar no quita grandeza a nuestro ser. La exploración del Cosmos es parte de la búsqueda humana de un origen y una pertenencia.

"Why Things Change" presenta una visión casi antropomórfica del comportamiento de la materia. Atkins nos introduce a un mundo donde las

moléculas experimentan pasiones y las reacciones tienen características conductuales. La noción de azar se asemeja a las ocurrencias de una comedia cuyo guión ha escrito la evolución.

Nigel Calder recurre en *Timescale* a una ironía constante que desacraliza la ciencia. Un párrafo le basta para narrar la evolución de la vida en la Tierra, lleno de humor y con un lenguaje casi joyceano. Su catastrófico párrafo termina con la bondad del conocimiento en la figura de la nube atómica.

En *The Symbiotic Universe*, George Greenstein hace al universo físico cómplice, más que factor, del origen de la vida. Religión, metafísica, mecánica cuántica, conforman un cosmos donde todo es interdependiente. El párrafo donde nos hace sentir la soledad del hombre, su asombro y miedo ante lo desconocido, no le va a la zaga a la mejor prosa de Bradbury.

*The Cosmic Connection* es una muy agradable mezcla de ciencia ficción, cultura pop y humor negro. Sagan utiliza esta mezcla para criticar el punto de vista antropocéntrico de muchos científicos frente a la cuestión de la vida fuera de nuestro familiar planeta.

Hasta los físicos más ortodoxos tienen por separado el mundo de la experiencia diaria y el sentido común, del microcosmos de las partículas que forman la materia. Paul Davies, en *Superforce* nos habla de ambos mundos y de la imposibilidad práctica de conectarlos. Lo normal, lo cotidiano, es mera apariencia cuya verdadera cara está descrita por un "surrealismo" fantasmagórico y lleno de paradojas.

Pocos hombres de ciencia, como Hoyle en *Ten Faces of the Universe* se

atreven a narrar con tal desparpajo un asunto tan serio como la errónea búsqueda del éter luminífero. Su burla a la cultura clasicista donde una palabra griega, de rancia estirpe, mantiene impedidos a los científicos para ver lo que treinta años antes había ya descubierto Maxwell, permite dar a la ciencia su verdadera dimensión: la humana.

Los fragmentos que aparecen en el capítulo VI y que hemos analizado en los párrafos anteriores, son parte de un conjunto cada vez más amplio de buenos textos de divulgación que por razones de espacio no podemos siquiera enlistar aquí. Pero quienquiera que se adentre en ese campo podrá extraer características iguales o semejantes a las que a continuación propongo:

- Apoyo en la historia y la tradición
- Uso de ironía y humor
- Entrelazamiento de arte y ciencia
- Uso de analogías y metáforas
- Recurso a lo cotidiano
- Un lugar para la metafísica y la religión
- Referencia a la cultura popular
- Reconocimiento de los errores humanos
- Desacralización de la ciencia

El uso de uno o varios de estos recursos de manera creativa, aunados a la buena escritura, han permitido que estos textos sigan vigentes. Casi podría decirse que el tema científico pasa a segundo término, como en una buena novela el argumento. Su valor radica en que despiertan placer en el lector. Tal vez para quien no conozca el lenguaje y la retórica de la

ciencia, aquellos no merezcan el nombre de "recursos literarios" y sólo sean meras estrategias de comunicación. Sin embargo, para fines de contraste, veamos el siguiente párrafo extraído de un artículo científico:

Extraordinary efforts have recently been put into trying to understand the new class of high-temperature superconducting copper oxides discovered by Bednorz and Müller. Here, we present high-resolution specific heat measurements on four different samples of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$  (YBCO) which reveal a new anomaly at 220K. The strength of the anomaly as measured by its height is related to the size of the jump at the superconducting transition at 90K. Specific heat measurements are sensitive and reliable volume probes of ordering phenomena in the bulk of solids; our results therefore establish that there are ordering phenomena taking place in YBCO at 220K.

Que hay en ese ejemplo una estrategia de comunicación es claro, como lo es también el hecho de que no podríamos calificarlo de literario. El uso de los recursos literarios tiene una finalidad que sobrepasa a la mera comunicación de ideas: producir para la mayoría de la gente una emoción afectiva o estética.

Dijimos en la introducción que así como el estudio de la literatura no hace mejor al escritor como creador, el análisis de esos recursos y su utilización no garantiza el éxito de su labor. No es únicamente tomar la experiencia cotidiana, o la inclusión de arte o cualquier otro recurso lo que define un buen texto de divulgación. El placer que produce el texto tiene mucho que ver con la manera en que se involucra al lector.

Para hacer más evidente lo anterior, recurramos a los contraejemplos y a algunas ideas de la teoría de Iser sobre la recepción.

## VIII EL LECTOR Y EL TEXTO DE DIVULGACIÓN

Hemos analizado textos ejemplares de divulgación con cualidades literarias, lo que nos ha permitido hacer un pequeño resumen de algunos de los recursos que utilizan los grandes divulgadores en lengua inglesa para provocar el placer del lector. No es necesario advertir que no se trata de recetas ni de remedios infalibles, mucho menos de cuestiones "obligatorias". Su buen uso depende, en primera instancia, del talento, las inclinaciones y la imaginación del divulgador. Dijimos en la introducción, además, que los recursos como la analogía y la metáfora deben usarse con cautela para no incurrir en engaño al lector.

Pero, ¿qué sucede con aquellos textos que, aun conteniendo los elementos que hemos considerado apropiados, no podemos calificar de literarios? ¿Hay algún otro elemento importante que se eche de menos en tales textos? Para abordar esta cuestión utilizaremos el contraste, pues a menudo resulta tanto o más ilustrativo mostrar los defectos que los aciertos de algo. Recurriré también a algunas ideas que Wolfgang Iser ha expresado en torno al problema del lector y del texto.

### **Dos famosos divulgadores**

Para muchos lectores resulta casi automático pensar en Isaac Asimov y Martin Gardner como *los* divulgadores del siglo XX. Si los evaluamos por la cantidad de títulos que han publicado o por el número de ejemplares vendidos, es evidente su aceptación popular. Al leerlos, notamos que ambos autores relacionan la ciencia con la cultura humanista, utilizan lo cotidiano y están bien escritos. Sin embargo, ¿por qué no causan el mismo placer que, por ejemplo, los textos de Jay Gould o de Sagan?



Veamos dos extractos de *The Ambidextrous Universe*, "Art, music, poetry and numbers" de Martin Gardner:

The enormous preference that nature shows for vertical axes of symmetry is due, of course, to the simple fact that gravity is a force that operates straight up and down. As a consequence, things tend to spread out equally in all horizontal dimensions. Water spreads out to form lakes with horizontal surfaces. A lake is indifferent as to whether it spreads north or south, east or west, but is incapable of spreading up in the air. For this reason, if you take a photograph of a lake and reverse the negative to obtain a print in which right is left and left is right, it still looks like a perfectly ordinary lake. But if you turn the photograph upside down, the water is violating the law of gravity and you are seeing something that could not possibly occur in nature. A tree is, in a rough overall way, symmetric in the same way that a cone is symmetrical: it has an infinite number of vertical axes of symmetry, none that are horizontal. Again, gravity provides the obvious explanation. The tree grows upward against gravity. It has roots in the soil, leaves in the air. This distinguishes clearly its top from its base. Because it is rooted in the ground, and does not move from place to place like an animal, there is no front or back, no left or right. A mirror reflection of a tree, when we hold the mirror vertically, looks exactly like a tree. (Gardner, 1979, 35)

Music can also be turned upside down in the sense that high notes become low and low notes high. If you imagine an unreversed Alice, on the other side of the looking glass, sitting

down at a piano and playing a familiar melody, this is the sort of music the reversed piano would produce. You can do the same thing yourself, if you have access to a player piano; simply turn a roll of music around to switch low and high notes, then play the roll forward from start to finish. In a joke canon, often falsely credited to Mozart, the second melody exhibits both types of reversal: that is, it is the same as the first melody turned upside down and read back to front. In this way only the one melody needs to be printed on a sheet of music. One person sings it with the sheet turned one way while the other person sings from the same sheet viewed upside down. (Gardner, 1979, 38)

Pasemos ahora a un extracto de la obra de Isaac Asimov, *Extraterrestrial Civilizations*, "Life":

A French biophysicist, Pierre Lecomte du Noüy, dealt with this very matter [la generación espontánea de la vida en la Tierra primigenia N.M.] in his book, *Human Destiny*, which was published in 1947. By then the full complexity of the protein molecule was established, and Lecomte du Noüy attempted to show that if the various atoms of carbon, hydrogen, nitrogen, and sulfur arranged themselves in purely random order, the chance of their arriving in this way at even a single protein molecule of the type associated with life was so exceedingly small that the entire lifetime of the Universe would be insufficient to offer it more than an insignificant chance of happening. Chance, he maintained, could not account for life.

As an example of the sort of argument he presented, consider a protein chain made up of 100 amino acids, each one of which could be any of twenty different varieties. The number of different protein chains that could be formed would be  $10^{130}$ ; that is, a one followed by 130 zeroes.

If you imagine that it took only a millionth of a second to form one of those chains, and that a different chain was being formed at random by each of a trillion scientists every millionth of a second ever since the Universe began, the chance that you would form some one particular chain associated with life would be only one in  $10^{95}$ , which is such an infinitesimal chance it isn't worth considering.

On the primordial Earth, what's more, you wouldn't be starting with amino acids, but with simpler compounds like methane and ammonia, and you would have to form a much more complicated compound than a chain made out of 100 amino acids to get life started. The chances of accomplishing something on a single planet in a mere few billion years is just about zero, therefore.

Lecomte du Noüy's argument seemed exceedingly strong, and many people eagerly let themselves be persuaded by it and still do even today.

—Yet it is wrong.

The fallacy of Lecomte du Noüy's argument rests in the assumption that pure chance was alone the guiding factor and that atoms can fit together in any fashion at all. Actually, atoms are guided in their combinations by well-known laws of physics and chemistry, so that the formation of complex compounds from simple ones are constrained by severely restrictive rules

that sharply limit the number of different ways in which they combine. What's more, as we approach complex molecules such as those of proteins and nucleic acids, there is no one particular molecule that is associated with life, but innumerable different molecules, all of which are in association.

In other words, we don't depend on chance alone, but on chance guided by the laws of nature, and that should be quite enough. (Asimov, 1979, 159-160)

Que están bien escritos, no cabe duda. Gardner utiliza un "perfectly ordinary lake", una fotografía, un árbol; recurre también a la música de Mozart, a Alicia y su espejo, para mostrar la inversión de imágenes y melodías. Asimov, por su parte, recurre a la historia, hace explícito lo que son las potencias de diez, habla del azar y del siempre interesante tema del origen de la vida. Pero, ¿dónde queda el lector en estos textos? Para ellos el lector es alguien parecido a un niño ignorante a quien los maestros le espetan frases como "is due, of course, to the simple fact that", "gravity provides the obvious explanation", "often falsely credited to Mozart", o bien, "it isn't worth considering", "yet it is wrong", "and that should be quite enough".

Hay un dejo de superioridad de los autores respecto al lector, apenas menos impersonal quizá que un libro de texto.

Aunque los casos de Asimov y Gardner parecen apuntar a lo contrario, un exceso de erudición mal disimulada y un mal manejo de la "maestría" que el autor detenta sobre su tema, son a menudo causas suficientes para ahuyentar al lector del texto de divulgación.

## El estilo docto

Los anteriores son ejemplos notables por la fama de sus autores. Veamos ahora textos que se refieren a temas muy semejantes a los de los buenos ejemplos del capítulo VI. Nuevamente refiero al lector a la bibliografía en caso de que le interesen los textos completos, para que forme su propia opinión.

Sir Denys Wilkinson, *Our Universe*, "The Goodness of Fit":

What should we make of this remarkable catalog of coincidences that measures, in so many independent ways, the tight but, from our point of view, necessary fit between us and our Universe?

I should emphasize that the fit is indeed between us and the spatial whole of our Universe and not just now but always. That is to say that it cannot be argued that we simply occupy a niche in space and time within the Universe as a whole in which conditions have been propitious for our emergence. This is true in the trivial sense that we live on a suitable planet that happens to be suitably near to a suitable star. But it is not true in the sense that we might also be thought to happen to live in a part of the Universe, and at a particular time, where and when the laws of Nature and their constants have taken the right values to bring about all the necessary coincidences. Many of the coincidences refer to the Universe in the gross, not just to our particular bit of it, and our ability to give a rational account of the whole of the visible Universe within a single set of physical laws and their associated constants shows that those laws and constants cannot change significantly from place to

place and from time to time within it. (Wilkinson, 1991, 190-191)

J C Polkinghorne, *The Quantum World*, "Perplexities":

Quantum electrodynamics contains features completely contrary to the expectations which any nineteenth-century physicist could have entertained. Nevertheless there is also considerable continuity, with the concepts of wave and field playing vital roles throughout. The controlling element in this long development was not the ingenuity of men nor the pressure of society but the nature of the world as it was revealed to increasingly thorough investigation.

Considerations like these make scientists feel that they are right to take a philosophically realist view of the results of their researches; to suppose that they are finding out the way things are. When we are concerned with pre-quantum physics —with classical physics, as we say— that seems a particularly straightforward supposition. The analogy with the 'real' world of everyday experience is direct. In classical physics I can know both where an electron is and what it is doing. In more technical language, its position and momentum can both simultaneously be known. Such an object is not so very different from a table or a cow, concerning which I can have similar information of where they are and what they are doing. The classical electron can be conceived, so to speak, as just a midget brother of everyday things. Of course, philosophers can dispute the reality of the table and the cow too, but common sense is inclined to feel that that is a tiresomely perverse

attitude to take to experience. (Polkinghorne, 1984, 2-3)

Jeremy Bernstein, *Einstein*, "Classical Physics":

One of Maxwell's "conclusions" was the prediction of an entirely new phenomenon —the propagation of electromagnetic radiation in the vacuum. His idea was the following: if one can cause an electrically charged object to vibrate, then part of the electromagnetic field surrounding the charge will become detached and will propagate away from the charge as a wave. This wave, unlike sound waves or water waves, will, according to the Maxwell equations, propagate in empty space, i.e., in total vacuum. Moreover, from the equations, Maxwell could predict the speed at which these waves would propagate. He discovered that this speed was about 186,000 miles a second —the speed of light! This was the first clue that light was an electromagnetic phenomenon. We are so accustomed to the idea of light —and radio waves, another form of electromagnetic radiation— propagating through empty space from the stars, the moon, and all corners of the universe, that we hardly give any thought as to what a remarkable phenomenon it is when compared to the kinds of wave motion that are familiar to us in which we actually see some sort of material medium undulating. In fact Maxwell's contemporaries were inclined to disbelieve the whole affair, and the existence of such propagating electromagnetic waves in vacuum was only confirmed experimentally in 1888, nine years after Maxwell's early death, by the German physicist Heinrich Hertz, who invented oscillators to create the Maxwell waves and receivers

to detect them. (Bernstein, 1973, 35-36)

John D Barrow, Joseph Silk, *The Left Hand of Creation*, "Conclusions and Conundrums":

In many respects, the universe is tailor-made for life. It is cool enough, old enough, and stable enough to evolve and sustain the fragile biochemistry of life. The laws of nature allow atoms to exist, stars to manufacture carbon, and molecules to replicate—but only just. Are all these things coincidences? Should we simply conclude that our universe is not just one of many possible, or even actual, universes, but one of a select subgroup that allows living observers to evolve? This particular universe would necessarily possess the special combination of life-supporting circumstances that are the prerequisites for observers. Or is there but one possible universe and life intimately bound-up with its global structure? Was the cosmos finely tuned to evolve life? The fact that our own universe is unexpectedly hospitable to life is certainly not an inevitable evolutionary effect. The fact that the laws of nature barely, but only barely, allow stable stars to exist with planetary systems today is not a circumstance subject to evolutionary variation. The world either possesses such invariant properties or it does not. A number of independent properties of the universe are so advantageous to the evolution of life that it almost appears designed with our emergence predestined. Could these remarkable "coincidences" be the camouflage of a Grand Designer? (Barrow y Silk, 1983, 227-228)



Nuevamente, como en el caso de Gardner y Asimov, los textos están bien escritos. Wilkinson, al igual que Barrow y Silk, habla de las coincidencias que dan lugar al origen de la vida; Polkinghorne, de las dificultades de empatar los mundos clásico y cuántico; Bernstein, de la propagación de las ondas electromagnéticas. Y nuevamente encontramos el trato del maestro al alumno:

"that is to say that it cannot be argued that we simply",  
"this is true in the trivial sense that",  
"contains features completely contrary to the expectations which any",  
"that seems a particularly straightforward supposition",  
"we are so accustomed to the idea of light propagating through empty space",  
"is certainly not an inevitable evolutionary effect".

Esta sutileza, que podríamos llamar "el trato al lector", es tan importante como los otros recursos. Los libros de texto escolares y la enseñanza formal tienen objetivos y modos de evaluación bien diferentes a los de la divulgación; el divulgador no debe confundirlos. La palabra "aprendizaje" en la divulgación tiene un sentido mucho más amplio; el conocimiento se comparte, no se imparte. El buen divulgador se comunica con un lector inteligente, sea cual sea su edad y su grado de escolaridad.

### **El trato al lector**

Para ejemplificar ese trato al lector, me referiré al libro de John L. Casti, *Paradigms Lost*. Casti descompone el problema de la naturaleza única de la humanidad en problemas individuales: su estructura física y bioquímica, sus patrones de comportamiento social, sus capacidades lingüísticas de

comunicación, sus procesos cognitivos de pensamiento, su presencia en la galaxia y su papel como observadores en el universo. La conjunción de todos estos temas en un mismo libro ya de sí habla de la erudición del autor, erudición que nunca se nota, por cierto, en su manera de dirigirse al lector. Parte de su originalidad descansa en la unificación de temas aparentemente disgregados. Pero además su estilo es sumamente novedoso: "For the sake of exposition, I use the format of a jury trial to present the competing positions on each of the topical issues of the book" (Casti, 1989, ix). Casti hace al lector parte del jurado y lo invita a tomar posición en la solución de problemas que hasta hoy han probado ser insolubles. A pesar del ingenio, la amenidad y el sentido del humor presentes, el libro no es fácil en el sentido burdo del término; requiere un esfuerzo intelectual considerable por parte del lector. Aun así, la recompensa es el placer.

Several months ago during the course of discussing this project with a colleague, I made the offhand remark that I certainly hoped that the book would turn out to be a success. Unfortunately, he isn't the type of friend to let me get away with any such throwaway remark. "So what is your personal criterion for success?" he asked. Resisting the natural impulse to say sales of a hundred thousand copies (or more) on day one, together with glowing reviews in all the right places, I finally replied that I would consider the whole effort to have been worthwhile if I sat next to someone on a long flight who was reading the book, and at the end of the flight this nameless companion turned to me and asked, "Have you read this book?" At this moment, disavowing any knowledge of the book, I would hope to hear the magical words "Well, I recommend it highly. Not only did I learn something I didn't even know I

was interested in, but I had fun doing it." Happily, this is still my principal criterion. (Casti, 1989, xii-xiii)

Y el lector anónimo es cualquiera de nosotros.

El problema del lector y su relación con el texto es la materia de estudio de la teoría de la recepción. Ésta considera al lector como uno de los polos de la obra literaria, el elemento que concreta el texto creado por el autor.

### **El carácter "virtual" del texto**

En el mundo infinitamente pequeño de las partículas subatómicas, cualquier intervención sobre un sistema físico, digamos con fines de observación, causa un cambio en él, de modo que la observación siempre presenta problemas de incertidumbre. El ejemplo más socorrido es el de un electrón al que se va a observar, cosa que sólo puede hacerse iluminándolo, es decir, dirigiéndole un haz de fotones. Pero en esa escala, un fotón ya es capaz de alterar al electrón y cambiar drásticamente su velocidad y su posición. ¿Qué hemos observado entonces? Al electrón, pero ya perturbado. Esto da una idea de la imposibilidad de medir con toda exactitud y simultáneamente la velocidad y la posición de una partícula sub-atómica, porque al hacerlo siempre interferiremos con su estado original. La medición de una de esas variables inevitablemente hace impredecible el resultado de una subsecuente medición de la otra (Gribbin, 1986).

Este problema, tan real y físico, se tornó en uno filosófico. La interpretación de la escuela de Copenhage (Rae, 1986) dice que no tiene sentido pensar que el electrón posee realmente una posición o velocidad particulares a menos que las hayamos medido. Podemos preguntarnos entonces cómo sabemos que un objeto cuántico existe en ausencia de mediciones. La respuesta es que no lo sabemos, y este argumento puede

extenderse a los objetos que no pertenecen a la escala cuántica. ¿Pero acaso los objetos están en estado de existencia suspendida hasta que los observamos? ¿Hasta qué punto son virtuales un electrón y un texto?

Si, según Popper, algo es real cuando puede afectar el comportamiento de un objeto físico, entonces son reales los propios objetos y los procesos cerebrales. Pero, ¿son también reales los productos de la mente? Un texto literario, un teorema matemático, una pieza musical, no son objetos físicos. Un texto no es el papel y la tinta, ni la luz que en ellos se refleja para llegar al ojo. Sin embargo, se considera real porque afecta los procesos mentales del ser humano. Su realidad se establece sólo por la intervención de la conciencia humana. Sin ella, la interacción sería imposible.

"El texto solamente toma vida cuando es concretizado" dice Wolfgang Iser (Iser, 1972, 216). Esto significa que el texto pierde su carácter "virtual" hasta que es leído. Además, el texto está "modificado" por la lectura, por cada lector. ¿Qué sucede en particular con el texto de divulgación de la ciencia?

## **El proceso de lectura**

La convergencia de texto y lector dota a la obra literaria de existencia y, como mencioné en la introducción, esta consideración es muy importante para la divulgación. En efecto, si la divulgación no toma en cuenta al receptor, puede perder su sentido primordial: comunicar. ¿Pero cómo saber de qué manera es recibido un texto? Tomemos algunas de las ideas de Iser que pueden ser útiles en el análisis de la divulgación, ya que este autor se ha interesado en la cuestión particular de cómo y bajo qué condiciones un texto tiene significado para el lector.

En contraste con la interpretación tradicional, que ha buscado dilucidar un significado oculto en el texto, Iser considera al significado como el

resultado de una interacción entre texto y lector, como un efecto que se experimenta y no como un objeto que se define. Entonces, si el objeto estético se constituye sólo mediante un acto de cognición por parte del lector, el interés ya no se centra en el texto como objeto sino en el acto de lectura como proceso. La obra literaria no es ni únicamente texto ni solamente la subjetividad del lector, sino una combinación o fusión de los dos. Iser concibe el texto como un objeto intencional cuyo efecto comunicativo puede provocar el papel activo del lector que el texto le designe. De acuerdo con esto, Iser explora a lo largo de su obra tres dominios. El primero se refiere al texto en cuanto a su potencial para permitir y manipular la producción de sentido. Como Ingarden, Iser considera el texto como un esqueleto de aspectos esquematizados que deben ser concretizados por el lector; las estructuras textuales y los actos estructurados de comprensión son dos polos en el acto de comunicación. En segundo lugar, Iser investiga el procesamiento del texto al leer. De importancia central en este punto son las imágenes mentales formadas al intentar construir un objeto estético consistente y cohesivo. La memoria, el interés, la atención y la capacidad mental afectan la manera en que el contexto pasado se hace presente. La aprehensión del texto depende de agrupamientos gestálticos y se puede definir esta gestalt como autocorrelación de signos textuales. La parte del lector en la gestalt consiste en identificar la conexión entre signos; la autocorrelación impide que el lector proyecte un significado arbitrario del texto.

Finalmente, Iser se dedica a la estructura comunicativa de la literatura para examinar las condiciones que dan lugar a y gobiernan la interacción texto-lector. Al considerar estas tres áreas, Iser espera clarificar no sólo cómo se produce el significado, sino qué efectos tiene la literatura sobre su lector.

"Un texto literario debe concebirse de tal modo que comprometa la

imaginación del lector" dice Iser (Iser, 1972, 216), pues la lectura únicamente es placentera cuando es activa y creativa; ya hemos discutido este precepto refiriéndonos a la divulgación. Sin embargo, aunque la imaginación del lector participe activamente, "el texto escrito impone ciertos límites a sus implicaciones no escritas" (Iser, 1972, 217). El texto de divulgación, muy especialmente, tiene límites. Al hablar de las características de la divulgación como recreación, decía yo que hay un compromiso con la fidelidad al concepto científico; aunque las palabras implicación y fidelidad se podrían prestar a muchas interpretaciones, el acto de recreación debe tomarse en su sentido literal, es decir, dar nueva forma a algo que ya existe.

Por otro lado, "Las expectativas casi nunca se cumplen en los textos verdaderamente literarios [...] Cualquier efecto de confirmación constituye un defecto en un texto literario. Pues cuanto más individualiza o confirma un texto una expectativa que ha suscitado originalmente, más cuenta nos damos de su propósito didáctico, de manera que a lo sumo sólo podemos aceptar o rechazar la tesis que se nos impone" (Iser, 1972, 220). Si tomamos en cuenta esta opinión, parecería que la divulgación está permeada por ese "defecto". Sin embargo, ya hemos visto que los propósitos "pragmáticos" (en este caso didácticos) de hoy pueden pasar a ser "no pragmáticos" en el futuro. Nada impide que los *Diálogos sobre dos nuevas ciencias* de Galileo, escritos con evidente intención didáctica, sean hoy tema de análisis literario y este es uno de muchos ejemplos del carácter cambiante de la recepción de un texto.

Respecto al papel del lector, Iser dice "el lector, al establecer interrelaciones entre pasado, presente y futuro, en realidad hace que el texto revele su multiplicidad potencial de conexiones, producto de la mente del lector" (Iser, 1972, 221). Por otro lado, "el lector tiene que aceptar ciertas perspectivas dadas, pero con ello inevitablemente hace que interactúen"

(Iser, 1972, 219). Es por ello que el divulgador debe poner especial cuidado en la profundidad y complejidad de los conceptos tratados en el texto de divulgación, ya que ese "inevitablemente", que tiene que ver con los conocimientos, las experiencias y las lecturas previas del lector, no necesariamente obra en su favor. Así como el texto literario "activa nuestras propias facultades, permitiéndonos recrear el mundo que presenta", el texto de divulgación puede llegar a activar y hasta reforzar nuestro apego al pensamiento precientífico y a nuestros conceptos erróneos. Un ejemplo de esto se encuentra en la divulgación de la ley de conservación de la energía: ¿cómo abordarla, cuando "energía" para el público es algo que se gasta y se repone comiendo un chocolate, o bien, "energía" es sinónimo de "energético" y todos sabemos que hay que ahorrar "energía"?

Otra noción de Iser es que los textos literarios "no corresponden a ninguna realidad objetiva exterior a ellos mismos" (Iser, 1972, 218). Si el texto literario elabora su propio mundo, esto es mucho más patente en los textos de divulgación científica, donde la realidad es el continuo espacio-tiempo de la relatividad, la estructura atómica de la materia, la dualidad onda-partícula. La dificultad de plasmar esta realidad está íntimamente ligada al problema de la representación.

"Siempre que el curso se ve interrumpido y a nosotros se nos abren caminos en direcciones inesperadas, se nos presenta la ocasión de poner en juego nuestra propia facultad para establecer conexiones, para llenar los huecos dejados por el propio texto. Cada lector llenará los huecos a su modo" (Iser, 1972, 222). En la divulgación, este es un problema muy delicado: el acto de representar mentalmente un concepto científico abstracto es bastante más complicado que imaginarnos a un personaje, a un ambiente o a un sentimiento.

"En un texto literario únicamente podemos representar mentalmente cosas que no están presentes." "La "representación" que se produce en nuestra

imaginación es tan sólo una de las actividades mediante las cuales formamos la "gestalt" de un texto literario. Esta gestalt no viene dada en el texto mismo; surge del encuentro ente el texto escrito y la mente individual del lector con su particular historia de experiencias, su propia conciencia, su propia perspectiva. La gestalt no es el significado verdadero del texto; a lo sumo, se trata de un significado configurativo; ... 'la comprensión es un acto individual consistente en ver cosas en conjunto, y sólo eso'. En el caso de un texto literario tal comprensión es inseparable de las expectativas del lector, y allí donde tenemos expectativas nos encontramos con una de las armas más potentes del arsenal del escritor: la ilusión" (Iser, 1972, 227). Sin embargo, "una sobredosis de ilusión puede desembocar en trivialidad" (Iser, 1972, 228). El "sencillo brinco" que ofrecen muchos textos de divulgación para pasar por ejemplo de los trenes, linternas y campanas al concepto abstracto de la teoría especial de la relatividad, y que correspondería al llenado de huecos, se traduce no sólo en trivialidad, sino en un engaño al lector.

Sobre este último punto, hay un ejemplo muy ilustrativo. Los superconductores son materiales que conducen la corriente eléctrica sin pérdidas: un superconductor no presenta resistencia eléctrica. El fenómeno de la superconductividad se observa a escala macroscópica pero su naturaleza proviene de fenómenos cuánticos. Transcurrieron muchos años para que se lograra una teoría que explicase correctamente los hechos; ésta, la teoría BCS, se basa en la organización de pares de electrones (llamados pares de Cooper) mediada por las vibraciones de la red atómica en un sólido. La interacción de los electrones es un concepto complejo, abstracto y sólo expresable matemáticamente. ¿Cómo explicar al lego la superconductividad?

En cierta revista de divulgación se encuentra la siguiente representación de los pares de Cooper, que parafraseo: hagan ustedes de cuenta que los



electrones son bueyes. Sabemos que estos animales tienden a irse cada uno por su lado. Si los unimos a un yugo, los bueyes tendrán que moverse unidos. Por tanto, les será más fácil librar los obstáculos, es decir, la resistencia eléctrica. Pues bien, el yugo es semejante a la interacción mediada por las vibraciones de la red.

El lector queda feliz con la explicación. Ha llenado los huecos a su manera, y en su representación mental, los electrones son algo así como animalitos y la interacción es tangible y sólida como un yugo. El hueco enorme que el creador de esta representación no se ha tomado la molestia de llenar, es el que va de la realidad física al modelo físico, y de éste a la metáfora.

No se trata, craso error de muchos científicos, de darle toda la información al lector para convertirlo en experto. Pero recrear correctamente el conocimiento científico de manera que el lector pueda integrarlo a su cultura, implica que el divulgador sea consciente de cuáles huecos son llenables por el lector y de cuáles no lo son.

Como la literatura, la divulgación tiene que formar a sus lectores. Es la repetida acción de muchos textos literarios lo que enseña a leer (llenar los huecos) adecuadamente. Lo mismo ocurre con la divulgación, es decir, va uno pasando de hacer lecturas malas (superficiales, distorsionadas, insensibles) a hacer buenas lecturas (profundas, selectivas, críticas).

Puede no estarse totalmente de acuerdo con Iser, pero la aplicación de algunas de sus ideas al texto de divulgación resulta enriquecedora porque permite vislumbrar problemas no sólo jamás analizados, sino ni siquiera reconocidos como tales.

## IX CONCLUSIONES

Retomemos las preguntas que nos planteamos al inicio de este trabajo con el fin de saber hasta qué punto hemos sido capaces de dar respuesta a algunas de ellas.

Los capítulos sobre la historia de la divulgación nos permitieron responder a la cuestión de si la divulgación nace con la propia ciencia o si surge cuando ésta se especializa. El primer planteamiento fue que consideramos ciencia a la disciplina que nace a partir de la unión de teoría y experimentación, la ciencia moderna. A partir de esta definición, seguimos el proceso de alejamiento, primero lento y luego cada vez más rápido, de la ciencia y el público culto. Este distanciamiento crece conforme su lenguaje se superespecializa, se hace más abstracto y matemático, de modo que se pierde la comunicación textual entre científicos y legos. La divulgación se perfila entonces como una labor diferente a la de la actividad propiamente científica. Al mismo tiempo, la evolución del concepto de divulgación corre paralela a la transformación del lenguaje especializado, porque se requiere un esfuerzo extra para comunicarse y un conocimiento de la manera en que tal labor ha de realizarse. En el capítulo dedicado a los clásicos nos preguntamos por qué la obra de Gamow, que en su momento fue modelo a seguir por los divulgadores, nos parece hoy ingenua. Podríamos contestar que los conceptos de la ciencia se han complicado tanto que tal estilo simple ya no tiene la suficiente capacidad para solucionar el problema de divulgarlos. El estilo ha cambiado porque el concepto de divulgación también lo ha hecho; ha recorrido el camino desde la explicación didáctica hasta un concepto integral de cultura. La etapa infantil o juvenil de la divulgación donde nos quedamos dormidos sobre los libros de ciencia y soñamos con

un mundo donde la velocidad de la luz es menor, no pasa de ser ahora un recurso de imaginación elemental. Salvadas las diferencias, podríamos recurrir al símil de lo que en ciencia ficción va de Julio Verne a Fred Hoyle.

La historia del alejamiento de las dos culturas hasta convertirse en mundos que no sólo no se tocan sino que se repelen, consecuencia en parte de la diferencia de lenguajes, nos ha mostrado también las dificultades de abordar la labor de divulgación. El rechazo que el público experimenta en general por la ciencia tiene mucho que ver con las características de la disciplina, con la conducta de los propios científicos, con la manera en que se enseña la ciencia y con la dificultad de relacionar los hechos cotidianos con algo que parece ajeno al resto de las actividades y preocupaciones humanas.

La mirada a la divulgación nos ha servido para responder a la pregunta sobre cuál es el fin de la divulgación. De entrada habíamos dicho que no es la enseñanza, puesto que esta actividad tiene otro enfoque, distintas miras e incluso una evaluación característica, cuyas cualidades y defectos atañen a pedagogos, maestros y psicólogos. Otros han dicho que el objetivo de la divulgación es vocacional, cosa que habría que analizar de raíz y darle seguimiento: ¿cuántos lectores de Paul de Kruif han devenido en biólogos?, por ejemplo. Hemos visto también que muchos autores le asignan a la divulgación un valor eminentemente político y social, como parte de la responsabilidad en la toma de decisiones futuras de una sociedad idealizada que alberga científicos aún más idealizados. Estos fines no son excluyentes. Me inclino por la corriente que le asigna un valor estético, como a muchas otras actividades intelectuales.

¿Es igual la divulgación hecha por científicos a la hecha por no científicos? La respuesta requiere un análisis comparativo detallado. Sin

embargo, podemos decir (y los clásicos lo constatan) que en la mayoría de los casos la unión de ambas actividades es la situación más deseable. El divulgador debe cubrir un amplio panorama de las ciencias y este deber se facilita con su formación en la disciplina.

Si divulgar es recrear de alguna forma el conocimiento, ¿cuánta debe ser su profundidad? ¿Para quién se recrea? La divulgación se puede realizar a diferentes niveles que en general tienen que ver con los distintos estratos educativos del público al que está dirigida. Se divulga para niños, para adolescentes, para "todo público"; se hace divulgación entre científicos, incluso pertenecientes a la misma especialidad; hay quienes se precian de divulgar para las "amas de casa". Para mí, estas diferencias debían borrarse. Creo que la obra de divulgación ha de considerarse como suya a cualquier lector, sin distinciones, sin hacer compartimentos estancos. El problema de interesar al lector es del divulgador, no del público. La pregunta abierta de si existen conceptos que por su complejidad no puedan divulgarse es parte de lo mismo: encontrar la manera es nuestra labor y nuestra responsabilidad.

¿En qué reside el éxito del texto de divulgación? He tratado de hacer patente que es la concepción de la divulgación como literatura la que asegura su aceptación y permanencia. La que toma recursos literarios, la que involucra preocupaciones humanas, la que recrea en el sentido de expresión personal e innovadora. La que no mira a la ciencia como conocimiento aislado sino que la sumerge en el mar de las preocupaciones intelectuales que los seres humanos comparten. Basada en que el concepto de literatura es cambiante y poco preciso, me atrevo a afirmar que el día que las antologías literarias incluyan a Jay Gould y a Sagan, a Dawkins y a Hoyle, se habrá dado un gran paso en la cultura. Si se defiende el valor de estas y muchas otras obras de divulgación científica como literatura,

independientemente de su tema, se habrá cimentado una tradición literaria más flexible y por lo tanto completa. El esfuerzo extra que algunos suponen que se requiere para leer sobre ciencia tendrá el peso de una conseja y no de una realidad.

¿Cómo son recibidos por el lector los textos de divulgación? Esta es una pregunta que involucra muchos más factores que los que someramente vislumbramos aquí. La teoría de la recepción puede aportar muchas soluciones y esto resta para otro trabajo más extenso.

Queda también por analizarse, entre otros muchos problemas relacionados con la divulgación, la cuestión de la variable del idioma. El estudio de los géneros y las estrategias narrativas en la divulgación es otro tema que merece estudiarse ampliamente. Asimismo, es asunto de otra tesis la respuesta a cómo puede el divulgador salir adelante con el compromiso de la fidelidad al concepto científico y la respuesta tendrá que ver también con la cuestión de si hay conceptos que no son divulgables; todo esto está ligado con el problema de la representación.

De todo lo anterior, es claro que falta ubicar el papel que juega el texto crítico y la teoría literaria como campos mediadores entre el texto de divulgación y la literatura. Hemos presentado numerosos textos de divulgación, "buena" y "mala", pero no basta el contraste entre unos y otros para percatarse de sus diferencias. Para ello parece ser necesario diseñar una serie de criterios literarios que permitan evaluar sus características. Sin embargo, también debe existir un repertorio de criterios científicos que garanticen la seriedad con la que se trata el tema, así como las partes indispensables para dar un panorama adecuado del objeto de conocimiento científico presentado por el divulgador.

Espero con esta tesis haber pintado un panorama, lo más amplio posible dentro de su brevedad, de los nexos de la buena divulgación con

la literatura. Espero también que los recursos literarios que hemos citado, los ejemplos y los contraejemplos, puedan ser útiles para el divulgador. Para aquellos que, como es mi caso, provienen del ámbito científico, tal vez sería deseable haber comprobado esa relación en el sentido estricto. Pero sabemos que no es un asunto de método, sino de sensibilidad. Y para consuelo mío, puedo citar las palabras que Sigmund Freud pronunciara ante las abrumadoras evidencias desfavorables contra la tesis central de uno de sus libros: "Pero no debemos dejarnos engañar por la prueba."

## X BIBLIOGRAFÍA

- Adorno, T., *Notes to Literature*, Vol.I (New York: Columbia U P, 1991).
- Asimov, Isaac, *Extraterrestrial Civilizations* (New York: Crown Publishers, 1979).
- Atkins, P. W., *The Creation* (San Francisco: W H Freeman, 1981).
- Babini, José, *El siglo de las luces: ciencia y técnica* (Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1971).
- Barrow, John D. y Silk, Joseph, *The Left Hand of Creation* (New York: Basic Books, 1983).
- Bernal, John D., *La ciencia en la historia* (México: Nueva Imagen, 1991).
- Bernstein, Jeremy, *Einstein* (New York: Penguin Books, 1973).
- Bronowski, J., *The Common Sense of Science* (Cambridge: Harvard University Press, 1981).
- Bronowski, J., *The Ascent of Man* (Boston: Little, Brown and Co, 1973).
- Bronowski, J. y Mazlish, B., *The Western Intellectual Tradition* (New York: Harper Torchbooks, 1960).
- Brush, Stephen G., *The Temperature of History* (New York: Burt Franklin & Co, 1975).
- Calder, Nigel, *Timescale* (New York: Viking Penguin, 1983).
- Casti, John L., *Paradigms Lost* (New York: W Morrow and Company, 1989).
- Conant, James B., "Sobre la ciencia como cultura", *Prenci*, marzo 1983.
- Curtis, Ron, "Narrative Form and Normative Force: Baconian Story-Telling in

- Popular Science", *Social Studies of Science*, Vol. 24, No. 3, 1994.
- Davies, Paul, *Superforce* (New York: Simon & Schuster, 1984).
- Dawkins, Richard, *The Selfish Gene* (London: Paladin Books, 1978).
- del Rfo, Fernando, "El vulgo y la ciencia", *Naturaleza* vol. 14 núm. 5, 1983.
- Dixon, B., *From Creation to Chaos* (Oxford: Basil Blackwell, 1989).
- Eagleton, T., *Una introducción a la teoría literaria* (México: Fondo de Cultura Económica, 1988).
- Einstein, Albert, *Relativity* (London: Methuen, 1979).
- Estrada, Luis, *La divulgación de la ciencia* (México: UNAM, Cuadernos de Extensión Universitaria, 1981).
- Estrada, Luis, "Acercas de la divulgación de la ciencia", *Prenci*, oct. 1985.
- Friedman, Alan J. y Donley, Carol C., *Einstein as Myth and Muse* (Cambridge: Cambridge U.P., 1985).
- Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences* (New York: Dover Pub., 1954).
- Gamow, George, *Mr Tompkins in Wonderland* (New York: Cambridge U.P., 1953).
- García, Alicia, "Saber y placer", *Prenci*, octubre 1988.
- Gardner, Martin, *The Ambidextrous Universe* (New York: Charles Scribner's Sons, 1979).
- Goldsmith, Maurice, *The Science Critic* (London: Routledge & Kegan Paul Ltd., 1986).



Goodfield, June, *Reflections on Science and the Media* (Washington D.C.: AAAS, 1981).

Greenstein, George, *The Symbiotic Universe* (New York: Quill William Morrow, 1988).

Gribbin, J., *En busca del gato de Schrödinger* (Barcelona: Salvat, 1986).

Haldane, J.B.S., *El tiempo en la biología* (México: Suplementos III/6 UNAM, 1967).

Haldane, J.B.S., *On Being the Right Size* (New York: Oxford UP, 1985).

Hazard, Paul, *European Thought in the Eighteenth Century* (London: Penguin Book, 1954).

Hoyle, Fred, *Ten Faces of the Universe* (San Francisco; WH Freeman and Co, 1977).

Holub, Robert, *Reception Theory* (London: Methuen, 1984).

Huxley, Aldous, *Literatura y ciencia* (Buenos Aires; Editorial Sudamericana, 1979).

Iser, Wolfgang, "El proceso de lectura: enfoque fenomenológico". Título original: "The Reading Process: A Phenomenological Approach", publicado en *New Literary History*, 3, 1972.

Jay Gould, S., *Bully for Brontosaurus* (New York; W.W. Norton & Company, 1991).

Jay Gould, S., "Adam's Navel", *Natural History*, vol. 98, No. 6, 1984.

Jeans, J., *The Universe Around Us* (New York: Cambridge U.P., 1960).

Joshua, S., y Dupin, J-J, *Introduction a la didactique des sciences et des mathematiques* (Paris: Presses Universitaires de France, 1993).

Killian, James R., *Sputnik, Scientists, and Eisenhower* (Cambridge: MIT Press 1977).

Knight, David, *The Age of Science* (New York: Basil Blackwell Ltd, 1986).

López Beltrán, Carlos, "La creatividad en la divulgación de la ciencia". *Naturaleza* 14, núm 5, 1983.

López Beltrán, Carlos, "Las dos culturas y la Historia", *Prenci*, año 8 núm. 79, 1986.

Losee, John, *A Historical Introduction to the Philosophy of Science* (New York: Oxford U.P., 1980).

Olson, Richard, *Science deified & Science defied* (Berkeley: University of California Press, 1982).

Papp, Desiderio y Babini, José, *El siglo del Iluminismo* (Buenos Aires: Espasa Calpe, 1955).

Platt, John Rader, *The Excitement of Science* (Wesport: Greengood Press, 1962).

Polkinghorne, J. C., *The Quantum World* (London: Longman, 1984).

Rae, Alistair, *Quantum Physics: illusion or reality?* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986).

Reyes, Alfonso, *Las burlas veras* (México: Colección Tezontle, 1959).

Sagan, Carl, *Cosmos* (New York: Random, 1980).

Sagan, Carl, *The Cosmic Connection* (New York: Anchor Books, 1973).

Sampson, George, *The Concise Cambridge History of English Literature* (Cambridge: Cambridge University, 1970).

Sánchez Mora, A.M., "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica"

(la colaboración divulgador-investigador)", *Ciencia*, 42, 1991.

Sánchez Mora, A.M., "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica (Periodistas e investigadores)", *Ciencia*, 44, 1993.

Shamos, Morris, "The Lesson Every Child Need not Learn", *The Sciences*, jul.-ago., 1988.

Slade, Joseph W., "Grand Narratives Scrutinized", *Science*, vol 264, 13 mayo, 1994.

Snow, C.P., *The Two Cultures* (London: Cambridge University Press, 1978).

Steiner, George, *Language and Silence* ( London: Penguin, 1969).

Urban, Wilbur, *Lenguaje y realidad* (México: Fondo de Cultura Económica, 1979).

Voltaire, *Cartas filosóficas* (Madrid: Editorial Sarpe, 1983).

Wilkinson, Denys, *Our Universes* (New York: Columbia UP, 1991).

Williams, Bernard, *Descartes* (New York: Penguin Books, 1978).

Wolpert, Lewis, "The message for the books", *New Scientist*, 4 junio 1994.

Wolpert, L. y Richards, Alison, *A Passion for Science* (New York: Oxford University Press, 1988).