

Stella Maris Curi  
Universidad Nacional del Nordeste

## Realidad versus ficción en el texto científico: sentido de lengua y sentido de discurso

Este trabajo plantea una reflexión sobre la relación entre el contenido y el lenguaje de los textos científicos para señalar algunos rasgos generales del discurso de la ciencia que obstaculizan su comprensión. Partimos de la evidencia de la dificultad que hallan los alumnos del Polimodal y los ingresantes a la universidad para interpretar el mundo que leen en el texto y conectarlo con el mundo natural que ese texto pretende explicar. Para analizar estos rasgos discursivos creados por el uso de determinadas estrategias lingüísticas en el corpus elegido (artículo de revista de divulgación), se ha tenido en cuenta la perspectiva del Análisis del Discurso, que integra teorías provenientes de los estudios de la lengua y del discurso, como así también los conceptos y procedimientos analizados por Halliday y Martin (1993) en sus trabajos sobre la escritura científica, y la presentación de P. Charaudeau sobre la problemática que plantea la lingüística del discurso. El uso de tales estrategias lingüísticas genera en el texto un mundo ficcional de representación, interpretación y re-escritura, paralelo al mundo real que pretende estudiar. La lectocomprensión de un texto científico nos plantea así una tarea de traducción de su metalengua en relación con el referente real que simboliza.

51 { texturas 5-5

*The problems for the fresh students to understand scientific texts , even being secondary school problems, need to be attended by the university because they may really hinder the science's learning. Nowadays most universities are trying to develop student's reading competence to face up to their failure in introductory courses or*

tests. *This work tries to analyze some grammatical resources and discursive strategies that may hamper student's comprehension. Objective strategy, for example, produces a distancing from the text itself, not only to the studying object but to the reader too, a non expert reader like a freshman, and becomes an obstacle for the knowledge access when reading to learn. It is necessary to encourage an interdisciplinary work to analyze linguistic uses on the scientific texts the freshmen will manage during the first years, and the learning difficulties the wording building may set out. An approach to the texts knowing the linguistic features of their wording may make comprehension easier and helps to improve the academic performance.*

## Introducción

La lectura de textos de tipo científico relacionados con las ciencias llamadas duras y el intercambio de apreciaciones con docentes de esa área, sobre las dificultades para comprender los textos que presentan los alumnos del nivel medio y los que ingresan a la universidad, nos ha llevado a la búsqueda de nuevas formas de lectura que faciliten la comprensión. Este planteo nos conduce, a los profesores de lengua, a reflexionar sobre la relación entre los contenidos y el lenguaje de los textos científicos, sobre los rasgos generales del discurso de la ciencia, y a detectar en qué medida algunos de ellos pueden obstaculizar la interpretación desde el texto mismo, es decir, desde su construcción discursiva. El alumno no logra hallar la correspondencia entre el mundo que lee en el texto y el mundo natural que ese texto pretende describir, analizar y explicar.

Para hacer explícitos algunos de los rasgos discursivos del texto científico que obstaculizan su relación con los objetos de la realidad natural que pretende mostrar, hemos tenido en cuenta la perspectiva del análisis del discurso. Al integrar las teorías provenientes de los estudios de la lengua y las del discurso, esta rama de la lingüística aplicada permite abordar los discursos de los diferentes tipos textuales como constituyentes y constitutivos de cada tipología y hablar, por lo tanto, de un discurso de la ciencia (experto o de divulgación) con rasgos propios que lo definen como tal.

Halliday y Martin (1993) tratan la problemática del lenguaje de las ciencias, por lo que tomaremos conceptos y procedimientos del discurso científico trabajados por estos autores en nuestro análisis del corpus, como así también la perspectiva de P. Charaudeau (2000) sobre la problemática que plantea una lingüística del discurso.

53 { curi

## Marco teórico para abordar el problema

En la conferencia inaugural que pronuncia en el I Simposio Internacional de Análisis del Discurso, Patrick Charaudeau (2000: 39-52) presenta tres problemáticas de base de una lingüística del discurso a partir de tres conceptos que se hallan en el centro de las distintas teorías: de objeto, de sujeto y de corpus, que pueden abordarse desde varias perspectivas: 1) cognitiva y categorizante; 2) comunicacional y descriptiva; 3) representacional e interpretativa.

La primera pone en el centro de la investigación las operaciones que llevan a producir o interpretar un acto de lenguaje. Su objeto son los procedimientos que relacionan estructuras mentales con estructuras lingüísticas, para lo cual se definen categorías instrumentales cuya validez depende de su valor operativo. El sujeto será el que opere con estas categorías según ciertas reglas para hacer inferencias o llenar con contenidos semánticos esos esquemas mentales: es un sujeto cognitivo que con su pensamiento transforma la experiencia humana del mundo en experiencia lingüísticamente construida, discursiva. El corpus que

hemos abordado refleja estas operaciones (marcas lexicales, gramaticales, secuencias coherentes y cohesivas, etc.) como hechos de lenguaje a-situados, sin finalidad comunicativa.

La segunda se centra en la situación en que se da el acto de lenguaje: su objeto es la totalidad del acto como hecho de intercambio social regido por condiciones de enunciación o realización textual, es decir, en funcionamiento. El sujeto es concebido como un comunicador dependiente de las condiciones sociales de la situación, portador a la vez de un proyecto de habla para interactuar con otros sujetos. Al corpus, entonces, lo constituyen textos correspondientes a distintas situaciones comunicativas.

La tercera se plantea cómo el individuo se representa la realidad social y su inserción en grupos que comparten esa representación que se manifiesta a través de los discursos que producen. Por eso el objeto está constituido por discursos que representan grupos sociales particulares. El sujeto puede considerarse como generador activo de las representaciones, que indican su posicionamiento social y por las cuales puede responder, o como sujeto pasivo, sobre-determinado por una ideología que lo convierte en un sujeto “eso” en lugar de “yo”. El sujeto es origen y final de las representaciones. Al corpus lo constituyen textos o signos síntomas (palabras, imágenes) representativos de sistemas de valores o emblemáticos de instituciones sociales. (Charaudeau. 2000)

Estas tres problemáticas de base que se plantean en distintas teorías lingüísticas para abordar el estudio del discurso y que otorgan un marco de referencia para clasificarlo nos llevan, por otro lado, a la reflexión sobre el análisis del texto científico, ya que éste se relaciona, por una parte, con una problemática comunicacional-descriptiva en lo que se refiere a las características lingüísticas del tipo de texto, la situación (más o menos académica, para el lector experto o el lector común, etc.) o su modo de organización (explicativo, descriptivo, etc.), y por la otra, con una perspectiva cognitiva cuando se intenta relacionar esquemas discursivos y cognitivos, o encontrar una categoría prototípica que opere en todos los textos.

Pero no es ajeno al texto científico un abordaje desde la problemática representacional, ya que el discurso de la ciencia es representativo de grupos o comunidades científicas que lo validan según los paradigmas vigentes.

Entonces, *difícilmente se puede analizar el discurso sin manejar categorías de orden cognitivo, sin tomar en cuenta la situación comunicacional en la que aparece el discurso ni sin plantearse el problema de la interdiscursividad y de las representaciones sociales.* (Charaudeau. 2000).

Esta multidimensionalidad del discurso separa una lingüística del discurso de una lingüística de la lengua, según la manera de concebir el sentido:

l { *El sentido de lengua está en las palabras y en la frase, mientras que el sentido del discurso está en el acto de comunicación, no coincide con el*

*significado codificado en la lengua sino con la significación psicológica y social que le da el uso de las palabras en relación con “otra cosa” que las sobredetermina.*

2 { *La competencia lingüística se basa en el código, mientras que la competencia discursiva apela a los conocimientos que caracterizan el intercambio comunicativo. Por lo tanto, para determinar el sentido de lengua no hace falta una teoría del sujeto, ya que se lo concibe como universal, es decir, ausente, no real, y es la referencialidad lingüística la que otorga sentido.*

**Para determinar el sentido de discurso, por el contrario, se requiere de una teoría del sujeto ya que éste es, individual o colectivo, origen y final del acto de enunciación y se define a través de múltiples relaciones intersubjetivas.**

3 { *El sentido de lengua, por ser esencialmente referencial, se remite por medio de un signo cuya relación significant/significado es transparente. El sentido de discurso remite a un mundo hecho de discursos por medio de signos que no son concebidos como unidad significant/significado y por lo tanto sus relaciones son de opacidad, indirección, oblicuidad. El sentido resulta tanto del sistema (intra lingüístico) como de las condiciones de enunciación (extra lingüísticas). (Charaudeau. 2000).*

55 { curi

En el discurso científico el sentido está planteado desde la lengua, como unidad semántica y no como acto de enunciación que involucra la intencionalidad del sujeto, es decir, como unidad pragmática. Así, como unidad semántica con sentido de lengua, no se inscribe contextualmente y no deviene, por lo tanto, discurso. Concebido el texto sin contexto, en ausencia de sujeto, como universal, abstracto, puro sistema, objeto cognitivo, el discurso de la ciencia se torna ficcional. Su lenguaje se convierte en un segundo lenguaje, un metalenguaje que debe aprenderse a leer. Estamos en presencia no sólo de un léxico técnico sino de una gramática técnica y juntos construyen un discurso artificial que pretende representar la realidad, el mundo natural de la experiencia y validarse en él. Pero lo que logra es construir un mundo artificial, paralelo, que posee sus propias reglas y que, más que representar “esta” realidad crea otra, situada “más allá”, en el discurso, en las palabras encerradas en el texto, realidad que sólo existe dentro de él, cuyo contexto es el que la misma semántica del texto le confiere y cuyo sentido se cierra en el mismo texto. El texto es principio y fin del acto enunciativo, que concentra en él sujeto, texto y contexto.

Concebido el texto científico en este marco teórico, como unidad semántica con sentido de lengua, como objeto cognitivo, podemos arriesgar la hipótesis siguiente, que trataremos de demostrar en el análisis del corpus: *La ciencia estu-*

*dia el mundo natural y quiere mostrarlo tal cual es, real y verdadero, pero con su discurso construye, sin embargo, un mundo de objetos universales y abstractos, en ausencia del sujeto y su contexto que, paradójicamente, resulta ficcional.*

Análisis del corpus

Para analizar algunos de los procedimientos gramático-discursivos que construyen la ficcionalización del discurso científico, tomaremos el artículo *Los fantasmas del planeta*, (pp. 58 a 64), incluido en el volumen 8, N° 46, 1998, de la revista de divulgación científica y tecnológica *Ciencia hoy*, que el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación envía a las escuelas secundarias como material de actualización para el desarrollo de los contenidos de la Educación Polimodal.

Intentaremos mostrar en este corpus cómo las estrategias de desplazamiento del tipo textual del plano del discurso al de la lengua y la ausencia de sujeto, es decir de un sujeto que se halla fuera del acto comunicativo, contribuyen a crear la ficcionalidad en el texto científico. Para desarrollar este concepto de ficcionalidad hemos tomado como fuente el enfoque de M. Bajtin sobre el proceso de la comunicación.

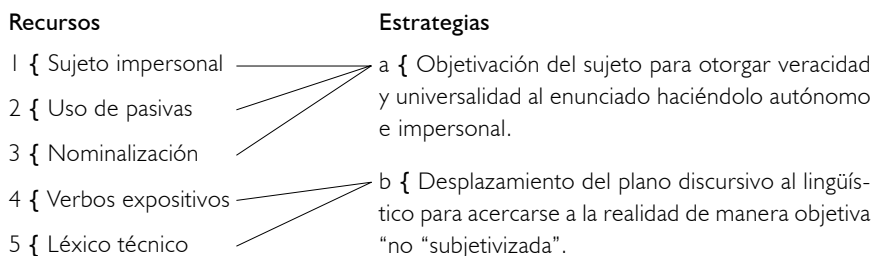
*En la lingüística, hasta ahora, persisten tales ficciones como el "oyente" y "el que comprende" (los compañeros del "hablante") la "corriente discursiva única", etc. Estas ficciones dan un concepto absolutamente distorsionado del proceso complejo y activo de la comunicación discursiva... se ofrece un esquema de los procesos activos del discurso en cuanto al hablante y de los procesos pasivos de recepción y comprensión en cuanto al oyente. No se puede decir que tales esquemas sean falsos y no corresponden a determinados momentos de la realidad, pero, cuando tales momentos se presentan como la totalidad real de la comunicación discursiva, se convierten en una ficción científica... Una comprensión pasiva... es tan solo un momento abstracto de la comprensión total y activa que implica una respuesta... el esquema falsea el cuadro efectivo de la comunicación discursiva eliminando... el papel activo del otro... En los géneros discursivos secundarios (científico, de la divulgación científica)... el escritor plantea preguntas, las contesta, se refuta... estos fenómenos no son más que una representación convencional de la comunicación discursiva y de los géneros primarios... porque no tiene lugar un cambio real de los sujetos discursivos... el género discursivo no es una forma lingüística, sino una forma típica de enunciado: como tal,... incluye una expresividad... los recursos de la lengua son neutros respecto de una valoración determinada y real... (Bajtin, 1982: 257-87).*

Desde esta perspectiva, entonces, para hablar de géneros debemos hablar de sujetos y enunciados y del acto comunicativo total, lo que involucra un contexto de enunciación y recepción de esos enunciados. Debemos ubicarnos en el plano del discurso como unidad pragmática porque concebido como categoría lingüística, el discurso es neutro, pasivo, una convención formal ficticia.

Si consideramos el léxico, el significado de los vocablos técnicos está dado por el campo semántico que el texto mismo crea y referencia y que va encadenando la red de significaciones “en ausencia” del sujeto. El enunciado resulta así monológico: el texto funciona como emisor de un acto locutorio en el cual no se manifiesta ilocución ni se espera respuesta perlocutoria.

El léxico técnico, el sujeto ausente, la nominalización gramatical, la pasivización e impersonalización oracional son recursos para crear un discurso de forma lingüística, sin sujeto discursivo situado en contexto que lo convierten en una idealización formal convencionalizada. (Halliday y Martin, 1993).

Estos recursos se corresponden en la superficie textual con un plan discursivo de estrategias recurrentes que constituyen una matriz para la textura del discurso científico. Analizaremos las estrategias de objetivación del sujeto y desplazamiento del plano discursivo para confirmar en el corpus nuestra hipótesis. El siguiente esquema ilustra la relación entre recursos y estrategias desarrolladas.



A los efectos propuestos, hemos segmentado el corpus teniendo en cuenta los cambios temáticos relacionados con las tres grandes áreas abordadas en el artículo: el calentamiento global, las variaciones del nivel del mar y la evolución del agujero de ozono.

En el corpus, en la presentación del artículo leemos:

*El presente ensayo surge como necesidad de encuadrar debidamente, las predicciones sobre el calentamiento global, las variaciones del nivel del mar y la evolución del agujero de ozono, en el marco estrictamente científico en el que fueron enunciadas. Al mismo tiempo, es preciso advertir sobre los mantos de incertidumbre aún no aclarados. (Los fantasmas del planeta: 58).*

El enunciado “ensayo” es un sujeto impersonal. T. Van Leeuwen, en *The representation of social actors - texts and practices* (Caldas y Coulthard, 1996), clasifica esta forma de representación como una categoría de objetivación (autonomización del enunciado) en la cual los actores sociales están representados por medio de la referencia a sus enunciados. Este procedimiento otorga una especie de autoridad impersonal al enunciado y está relacionado con el discurso “oficial” o “de autoridad” (en este caso, académico).

Sabemos que el *presente ensayo* tiene un autor personal (Federico I. Isla) cuya autoridad académica se desprende del contexto y rol social que cumple el emisor (investigador científico de la U.N. de M. del Plata). Además, figura como autor en las *Lecturas* sugeridas al final del artículo. Pero la estrategia de trasladar la autoridad al enunciado le otorga mayor objetividad, el enunciado se valida a sí mismo, borra toda sospecha de “subjetividad” y anticipa que lo que vamos a leer es objetivo, real y por lo tanto, verdadero. El tipo de texto “ensayo”, específico de la literatura científica, conlleva también la presencia de una investigación seria según determinadas reglas de construcción y *en el marco estrictamente científico...* según figura en el texto citado.

La impersonalización se manifiesta en distintos pasajes del texto y refuerza la idea de “veracidad de lo dicho” por objetivación.

58 { texturas 5-5

*Ejemplos:*

{ *El presente ensayo surge como necesidad de encuadrar debidamente las predicciones sobre el calentamiento global, las variaciones del nivel del mar y la evolución del agujero de ozono, en el marco estrictamente científico en el que fueron enunciadas (segmento a).*

{ *En la última década, se descubrió que los registros históricos evidencian un progresivo aumento de la temperatura atmosférica (segmento b. 1).*

{ *Se acusó a países en vías de desarrollo por realizar una deforestación exacerbada, cuando aplicaron prácticas de ampliación de las zonas de cultivos, implementando políticas tendientes a disminuir sus niveles de pobreza. (Referencia de representación social de generalización que manifiesta también impersonalidad) (segmento b. 3).*

{ *Sobre la base de la información obtenida de los satélites, se evaluó que el ritmo de deforestación en la Amazonia, entre 1978 y 1988, era de 2,8 hectáreas/minuto; mientras que el ritmo de degradación y fragmentación de hábitats era de 7,2 hectáreas/minuto (segmento b. 3).*

{ *Estudios realizados en testigos marinos (muestras obtenidas de perforaciones del fondo del mar) indican que durante los últimos 40.000 años, las temperaturas del Hemisferio Sur parecen preceder en 3000 años a las del Hemisferio Norte. Esos cambios de la temperatura superficial del agua de mar se originarían en la asimetría norte-sur (segmento b. 7).*



Sólo en tres oportunidades aparece en el texto un sujeto generalizado por pronominalización:

a { primera persona plural sin referente anterior: *no conocemos, todavía, los patrones de productividad global en relación con los ritmos anuales de fijación de carbono en la zona donde llega la luz solar en el mar (zona fótica) ni el papel que juegan los distintos tipos de organismos planctónicos –que viven en esa zona–* (segmento b. 4).

b { tercera persona plural: *así se instaló la discusión entre quienes pronosticaban un calentamiento global y los científicos que preveían el final natural del presente interglacial con el consecuente descenso de la temperatura y del nivel del mar* (segmento b. 12).

c { *No obstante, cuando comienza la década de 1980, muchos científicos estaban ocupados pronosticando escenarios para el ascenso del nivel del mar.* (segmento b. 13).

Las conclusiones al final del artículo científico están, también, enunciadas con el pronombre de primera persona plural como sujeto desinencial:

- *No podemos negar... **no conocemos** los antecedentes*
- *Respecto del ciclo del carbono... **no conocemos** su productividad*
- *Respecto del aumento del nivel del mar, **no conocemos***
- *Respecto de los ciclos del ozono... **no conocemos***  
(segmento b. 21, negrita en el original)

59 { curi

Este sujeto desinencial junto a los empleados en el resto del artículo analizado, puede referirse, al grupo de científicos del Centro de Geología de Costas de la U.N. de M. del Plata, a la comunidad científica en general (los científicos) o a un “nosotros” inclusivo del lector, a quien de esta manera el autor invitaría a evaluar la información que acaba de leer en el *marco científico* que él explicita en la presentación.

En el primer segmento (segmento a.), el *advertir sobre los mantos de incertidumbre aún no aclarados* permitiría inferir que esos *no conocemos* remarcados en las conclusiones en negrita que apelan al lector, constituyen las “advertencias” sobre el riesgo de creer en versiones no científicas *que, presentadas como fantasmas del planeta, predicen un futuro incierto para la humanidad convulsionando a la comunidad científica*. Estas versiones carecen de verdad, la ciencia “no sabe” con exactitud lo que ocurrirá, solo sabe lo que todos podemos observar: la alteración ecológica (calentamiento global, variaciones del nivel del mar, evolución del agujero de ozono).

El título y el subtítulo, junto a las conclusiones, parecerían tener en cuenta un sujeto receptor que el total predominio de construcciones que señalan impersonalidad (pasivas, sujetos no personales formados por grupos nominales o encabezados por infinitivos, predominio del verbo constativo) en el cuerpo de la nota marginan. Pero ese lector-sujeto es apelado por el título y subtítulo emocionalmente, mediante modalizadores sustantivos y adjetivos (*fantasmales, apocalípticos, convulsionado, bíblicos diluvios*) de acuerdo con las características del texto de divulgación sólo para atraer su atención hacia la lectura. Este uso figurado del lenguaje, como metáfora, se mantiene menguado en el interior de la nota... *el último “veranito” del homo sapiens*. (segmento b. 12)... *Pero el agujero de ozono se ha llevado la palma entre los fantasmas globales* (segmento b. 17), y sirve sólo a los efectos de marcar la relación con un lector no académico.

En la conclusión, el lector es considerado de otra manera, como perteneciente a un grupo más cercano al científico lo que se explicita con ese “nosotros” inclusivo y un lenguaje más académico.

Pero en ninguna de las dos apelaciones el lector es tomado como sujeto activo en la comunicación sino como un receptor pasivo al que se lo “atrae” para consumir la lectura por un lado y para aceptar las conclusiones elaboradas por el emisor como verdad científica por el otro. Así concebido, el lector sigue siendo un sujeto ausente, no incorporado efectivamente al diálogo mediante la eliminación de su rol activo.

La estrategia del desplazamiento del plano discursivo al lingüístico, que tiene como propósito acercarse a la realidad de una manera objetiva, es decir “no subjetivizada”, se hace posible por medio de los recursos que marcan la ausencia del sujeto y a la vez manifiestan la concepción del género abordado como forma lingüística. Estos recursos son:

a { Voz pasiva con sujeto objetivado o impersonal con “se”.

b { Sujetos formados por grupos nominales – nominalización como metáfora gramatical (Halliday, 1993) –o encabezados por infinitivos más grupo nominal o subordinadas sustantivas.

c { Predominio del verbo constativo “ser” en tiempo presente.

d { Verbos expositivos.

e { Léxico técnico.

*Ejemplos:*

{ En la última década, se descubrió que los registros históricos evidencian un progresivo aumento de la temperatura atmosférica.

{ Originariamente, se consideró que la emisión de gases a partir de la quema de combustibles fósiles era la causa principal de este aumento.

{ Luego, la culpa recayó en la excesiva deforestación de los bosques tropicales que fallaban en procesar el CO<sub>2</sub> atmosférico.

{ El aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera es uno de los causantes del efecto invernadero (véase Ciencia Hoy 44:18-25, 1998), el cual provoca la elevación de la temperatura.

{ Se acusó a países en vías de desarrollo por realizar una deforestación exacerbada, cuando aplicaron prácticas de ampliación de las zonas de cultivos, implementando políticas tendientes a disminuir sus niveles de pobreza.

{ Sobre la base de la información obtenida de los satélites, se evaluó que el ritmo de deforestación en la Amazonia, entre 1978 y 1988, era de 2,8 hectáreas/minuto; mientras que el ritmo de degradación y fragmentación de hábitats era de 7,2 hectáreas/minuto.

{ No obstante estos datos, aún se desconoce cómo interactúa el CO<sub>2</sub> con los otros factores intervinientes.

Estas 7 oraciones corresponden a los segmentos b. 1, b. 2 y comienzo del segmento b. 3. Cuatro de ellas son pasivas reflejas (con “se”) cuyos sujetos están formados por proposiciones sustantivas objetivadas (1, 2, 6 y 7). En otras dos ocurren como sujetos grupos nominales (3 y 4) y una es impersonal sintáctico-semántica (5).

Los verbos *descubrir*, *considerar*, *ser*, *evaluar*, *desconocer* tienen carácter expositivo, no son verbos de acción. Como resultado, las causas del calentamiento terrestre, que constituyen un proceso dinámico en la naturaleza, están presentadas como objetos o entidades “consideradas”, “evaluadas” discursivamente, no como hecho ocurrido en la realidad. Lo importante son los registros, la información de los satélites: las pruebas, la validación discursiva de lo ocurrido más que lo ocurrido. Los recursos vistos invierten el proceso: el discurso valida al hecho, los hechos ocurrieron porque así lo atestiguan los estudios, los informes. El “decir sobre” la experiencia es más relevante que la experiencia ocurrida “en el mundo de la vida”. Así el discurso confirma la existencia de la realidad; la ficcionalización, el simulacro que la representa, el fingimiento, sustituyen a la realidad.

El uso de verbos constatativos en presente simple se corresponde con esquemas expositivos de construcción textual (descripción, explicación, causa-efecto, clasificación).

Este corpus es predominantemente explicativo, el contenido se organiza describiendo los procesos por los cuales se produce el calentamiento global, las variaciones del nivel del mar y la evolución del agujero de ozono y sus posibles consecuencias para el planeta. Pero analizar los procesos mediante explicaciones usando la voz pasiva y la nominalización gramatical, significa interpretarlos como objetos. Los verbos “técnicos” se usan raramente y, o bien la nominalización y el verbo “ser” reemplazan a esta forma verbal o se utiliza voz pasiva con verbos expositivos en presente simple que “detienen” el flujo del tiempo del proceso y lo “fijan” como “objeto” cuyas “propiedades” (en lugar de causa y consecuencia de procesos naturales ocurridos en el tiempo) se describen y explican en un espacio sin tiempo como se demuestra en los ejemplos.

{ *El aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera es uno de los causantes del efecto invernadero (segmento b. 3).*

{ *Las aparentes diferencias en la productividad del mar, no son del todo explicables (segmento b. 4).*

{ *La valoración de los cambios que se producen actualmente, se realiza por contrastación con situaciones pasadas, las que han quedado grabadas en diversos archivos naturales.*

Particularmente, el comportamiento del CO<sub>2</sub> atmosférico durante épocas geológicas fue reconstruido a partir del estudio de la composición de las burbujas del aire atrapado en hielos polares, del contenido isotópico de microfósiles marinos carbonáticos, de la densidad y el espesor de los anillos de árboles añosos y hasta midiendo la densidad de estomas (poros microscópicos de las hojas) en improntas de hojas de árboles.

Independientemente de las *incertidumbres* arriba mencionadas, se especula con eliminar carbono del sistema superficial cuando, aún, no se conoce el comportamiento del nivel de compensación de la calcita en la profundidades oceánicas. Este nivel de compensación se produce en profundidad, por debajo del nivel en el cual los carbonatos precipitados del plancton se disuelven y actúan como regulador en el ciclo del CO<sub>2</sub> (segmento b. 5).

62 { texturas 5-5

Esta atemporalidad del presente de la Ciencia que trata con objetos en un espacio “de representación simbólica” (palabras-mapas-esquemas) sustrae al fenómeno del tiempo-espacio real y lo ubica en un espacio-tiempo “ideal”, de representación, de mimesis.

Los recursos utilizados ubican al corpus en un género concebido como forma lingüística ya que para determinar el sentido no hace falta una teoría del sujeto. Como vimos, éste está ausente, tanto emisor como receptor son considerados como entes cognitivos universales y es la referencialidad lingüística la que le otorga sentido. Es el mismo texto con su objetivación de la experiencia quien crea los significados a través del campo semántico técnico (*calentamiento global, ozono, emisión de gases, ley de incertidumbre, CO<sub>2</sub> atmosférico, efecto invernadero, presión atmosférica de 50 a 95 ppm –partes por millón–, organismos planctónicos, contenido isotópico de microfósiles marinos carbonáticos, etc*). Como referencialidad, el signo es concebido como unidad significante/significado con sentido unívoco. Como no hay acto de comunicación en ausencia del sujeto, el sentido es codificado por la lengua en la palabra como signo lingüístico y por la metalengua en el léxico técnico.

### Conclusiones

La ausencia de sujeto y de contexto real que hacen que el fenómeno científico se genere y concluya en el texto como acontecimiento discursivo, supone la

idealización del acto comunicativo que se concibe como pura transmisión pasiva de información entre sujetos abstractos y universales. De esta manera, se da relevancia al discurso sobre la experiencia, lo que coloca al texto en un mundo no real, creado por el discurso y validado por él. El discurso establece la veracidad del acontecimiento científico y con esta inversión lo coloca en un mundo artificial, ficcional, tan distante del mundo natural y cotidiano de los hombres concretos, como cerca de los mundos maravillosos de los cuentos creados por la literatura.

*La literatura no es un acto serio que compromete al hablante sino una clase de uso mimético en el que el hablante no enuncia palabras propias sino de otros. Esto convierte a la literatura en un uso en que se suspenden las condiciones normales del acto de habla y de su "performidad". No es un uso normal pleno y no compromete a los intervinientes sino dentro del juego, de la representación e imagen mimética de usos plenos (Austin, 1962: 63).*

Este otro mundo simbólico de la ciencia, creado por el discurso en el texto a través de los recursos léxico-gramatical y discursivos analizados: ¿no participa también de este juego de representación, mimesis del mundo natural al que la ciencia quiere explicar?

63 { curi

*...la literatura es un lenguaje transgresivo, es un lenguaje mortal, repetitivo, redoblado, el lenguaje del libro mismo... ser de negación y de simulacro que toma cuerpo en el libro... (Foucault, 1996: 87).*

La ciencia, como escritura, como metalengua materializada en el texto, ¿no es un simulacro de realidad, un acto de habla que *finje que declara, afirma, etc...* fingir no con el ánimo de engañar sino de representar? (Searle, 1975: 154).

El texto científico interpreta los procesos de la realidad, no son ellos mismos "la realidad". En cuanto representativo, el texto científico participa de una doble función ficcionalizadora: la del lenguaje con que está escrito (juego de representación, imagen mimética) y la del mundo natural que explica (representación, imagen de la realidad exterior). El discurso de la ciencia interpreta y re-escrive a la naturaleza en el espacio simbólico que es el texto como la crítica lee, traduce y re-escrive al texto literario.

*No hay repeticiones en sentido estricto, creo, sino en el orden del lenguaje... en el orden de la naturaleza, la repetición no es en realidad sino una identidad parcial, por lo demás perfectamente analizable de una manera discursiva... ¿no piensan... que se podría... definir la crítica... como la repetición de lo que hay de repetible en*

*el lenguaje?... la propia crítica... como lenguaje segundo que viene a añadirse al lenguaje primero de la literatura y que pretende, a la vez, sostener a cerca del primer lenguaje un discurso absolutamente positivo, explícito, enteramente discursivo y demostrable y que además intenta al mismo tiempo ser un acto de escritura, como la literatura.*  
(Foucault, 1996: 86-87).

**El discurso de la ciencia traduce al mundo real, y al hacerlo, genera un lenguaje segundo que repite al lenguaje primero no especializado, vernáculo, conque los sujetos se explican el mundo natural, lenguaje primero con el cual, a su vez, éstos traducen el mundo material en que viven.**

**Para concluir, entonces, el lenguaje de la ciencia crea, a través de estrategias y recursos tales como el desplazamiento del género del plano discursivo al lingüístico, la concepción semántica del texto en ausencia de sujeto y contexto pragmático, y otros procedimientos léxico-gramaticales de objetivación y abstracción, un mundo ficcional de representación, interpretación y re escritura, paralelo al mundo natural que estudia.**

#### Bibliografía

- Austin, J.L. (1960). *How to do things with words*, University Press, Oxford.
- Bajtin, M.M. (1993). *¿Qué es el lenguaje?*, Antroplus, Madrid.
- Bajtin, M.M. (1982). *Estética de la creación verbal*, Siglo XXI, México.
- Bolívar, A. (1998). *Discurso e interacción en el texto escrito*, UC, Venezuela, Caracas.
- Caldas-Coulthard, C.R. & Coulthard, M. (1996). *Texts and practices (Readings in critical discourse analysis)*, Routledge, London and N. York.
- Charaudeau, P. (2000). *Las problemáticas de base de una lingüística del discurso*, en *Lengua, Discurso, texto*, Volumen 1, Madrid.
- Ciencia Hoy, Revista de divulgación científica* (1998). Volumen 8, N° 46, Argentina.
- Eco, V. (1981). *Lector in fábula*, Lumen, Barcelona.
- Eco, V. (1992). *Los límites de la interpretación*, Lumen, Barcelona.
- Fairclough, N. (1992). *Haciendo análisis del discurso*, en *Discourse And Social Change*, esp. Capítulo 8, Polity Press, Cambridge.
- Foucault, M. (1996). *De lenguaje y literatura*, Paidós, Barcelona.
- Ghio, E.; Hechim, M.A.; Menéndez, M.; Fernández, M.D. y otros (1997). *Decir, hacer y enseñar. Semiótica y pragmática discursiva*, UNL, Santa Fe.
- Halliday, M.A.K. & Martin, F.R. (1993). *Writing Science: Literacy and discursive power*, University of Pittsburgh Press.
- Lakoff, R.T.; Gurnperz, J.; Schegloff, E.; Helen, M. y otros. *The Linking Of Theory And Practice In Discourse Analysis*, Parte II, pp. 10 a 17.
- Lotman, I. (1996). *La semiosfera. Semiótica de la cultura y del texto*, Cátedra, Madrid.

Martín Zorruguino M.A. y Montolía Durán, E. (1998). *Los marcadores del discurso*, Arco Libros SL, Madrid.

Peirce, Ch. (1998). *El hombre, un signo*, Grijalbo, Madrid.

Pozuelo Yvancos, J.M. (1993). *Poética de la ficción*, Editorial Síntesis, Madrid.

Searle, J. (1975), "El estatuto lógico del discurso de ficción", artículo en *Poética de la ficción*, en Pozuelo Yvancos, José M. (1993), Síntesis, Madrid.

## Anexo

Isla, Federico I.

(Centro de Geología de Costas.

Universidad Nacional de Mar del Plata).

"Los fantasmas del planeta",

en el volumen 8, N° 46 de revista de divulgación científica y tecnológica *Ciencia Hoy* del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1998, pp. 58-64.

65 { curi

*En los últimos años, versiones apocalípticas acerca del futuro del tercer planeta del sistema solar, la Tierra, han convulsionado a la comunidad científica. Algunas de estas predicciones –modernas versiones de los bíblicos diluvios universales o de las prolongadas sequías egipcias– aparecen como fantasmas para la especie "sapiens", en su carácter de custodio del patrimonio natural.*

El presente ensayo surge como necesidad de encuadrar debidamente las predicciones sobre el calentamiento global, las variaciones del nivel del mar y la evolución del agujero de ozono, en el marco estrictamente científico en el que fueron enunciadas. Al mismo tiempo, es preciso advertir sobre los mantos de incertidumbre aún no aclarados.

El calentamiento global

En la última década se descubrió que los registros históricos evidencian un progresivo aumento de la temperatura atmosférica. Originariamente, se consideró que la emisión de gases a partir de la quema de combustibles fósiles era la causa principal de este aumento. Luego, la culpa recayó en la excesiva defores-

tación de los bosques tropicales que fallaban en procesar el CO<sub>2</sub> atmosférico. El aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera es uno de los causantes del efecto *invernadero* (véase *Ciencia Hoy* 44:18-25, 1998), el cual provoca la elevación de la temperatura. Se acusó a países en vías de desarrollo por realizar una deforestación exacerbada, cuando aplicaron prácticas de ampliación de las zonas de cultivo, implementando políticas tendientes a disminuir sus niveles de pobreza. Sobre la base de la información obtenida de los satélites, se evaluó que el ritmo de deforestación en la Amazonia, entre 1978 y 1988, era de 2,8 hectáreas/minuto; mientras que el ritmo de degradación y fragmentación de hábitat era de 7,2 hectáreas/minuto. No obstante estos datos, aún se desconoce cómo interactúa el CO<sub>2</sub> con los otros factores intervinientes.

Particularmente y en relación con la función de los bosques en el procesamiento del CO<sub>2</sub> atmosférico, es interesante tener presente que los bosques eran significativamente menos importantes durante épocas glaciales y que en ocasiones, la presión atmosférica de CO<sub>2</sub> era de 50 a 95ppm (partes por millón) mayor a la actual. En este sentido resulta aún una incógnita saber el papel que desempeñan las interacciones entre el plancton y la dinámica oceánica, en el balance del carbono superficial. No conocemos, todavía, los patrones de productividad global en relación con los ritmos anuales de fijación de carbono en la zona donde llega la luz en el mar (zona fótica) ni el papel que juegan los distintos tipos de organismos planctónicos —que viven en esa zona. Para algunos sectores del globo, las estimaciones de productividad primaria tienen un error del 100%. Las aparentes diferencias en la productividad del mar, en el registro geológico, no son del todo explicables. Por ejemplo, se ha especulado que el océano austral ha sido mucho más productivo durante épocas glaciales.

La valoración de los cambios que se producen actualmente, se realiza por contrastación con situaciones pasadas, las que han quedado grabadas en diversos archivos naturales.

Particularmente, el comportamiento del CO<sub>2</sub> atmosférico durante épocas geológicas fue reconstruido a partir del estudio de la composición de las burbujas de aire atrapado en hielos polares, del contenido isotópico de microfósiles marinos carbonáticos, de la densidad y espesor de los anillos de árboles añosos y hasta midiendo la densidad de estomas (poros microscópicos de las hojas) en improntas de hojas de árboles.

Independientemente de las incertidumbres arriba mencionadas, se especula con eliminar carbono del sistema superficial cuando, aún, no se conoce el comportamiento del nivel de compensación de la calcita en las profundidades oceánicas. Este nivel de compensación se produce en profundidad, por debajo del nivel en el cual los carbonatos precipitados del plancton se disuelven y actúan como regulador en el ciclo del CO<sub>2</sub>.

Por otra parte, las temperaturas superficiales y atmosféricas se incrementaron en los últimos 100 años hasta 1938. Pero, a partir de ese año, habrían comenza-



do a descender. La tendencia observada para los últimos 40 años, en altas latitudes del Hemisferio Norte, es la de un fuerte enfriamiento en otoño, pero un calentamiento durante julio y agosto.

Algunas de las interpretaciones de los aumentos de temperatura atmosférica se realizaron en localidades donde se poseían registros prolongados. Estas estaciones meteorológicas “antiguas” están hoy englobadas en núcleos urbanos, transformados en “islas de calor”. Comparando imágenes satelitales procesadas según el índice de vegetación normalizado (NDVI) de diferentes épocas, se notó una disminución de las áreas verdes en las inmediaciones de estas estaciones. Pudo probarse una fuerte correlación entre los diseños térmicos intra urbanos con los usos del suelo. Ello significa que, en esas estaciones, los aumentos de temperatura se deberían a un incremento de la reflexión de la energía que llega del sol, producto de un aumento de la superficie reflectiva (conocida como albedo) o de una restricción de la influencia reguladora de los vientos, principalmente como consecuencia de los cambios ocurridos en su entorno.

También es necesario considerar factores astronómicos que afectan el clima (véase *Ciencia Hoy* 45:52-60, 1998). Las fluctuaciones de la órbita terrestre respecto del sol (conocidas como ciclos de Milankovitch) lograron explicar variaciones climáticas de diferente grado que fueron registradas en secuencias micro-paleontológicas marinas (figura 1). La abundancia de ciertos radiolarios –organismos marinos microscópicos– permiten reconstruir la temperatura del agua superficial. Las relaciones de los isótopos del oxígeno presentes en los carbonatos de los organismos marinos, permiten establecer estadios isotópicos con los que se han reconstruido los intervalos glaciales e interglaciales. Estas variaciones se ajustan razonablemente bien a los ciclos orbitales. Estudios realizados en testigos marinos (muestras obtenidas de perforaciones del fondo del mar) indican que durante los últimos 40.000 años, las temperaturas del Hemisferio Sur parecen preceder en 3.000 años a las del Hemisferio Norte. Esos cambios de la temperatura superficial del agua del mar se originarían en la asimetría norte-sur.

Sobreimpuestos a estos ciclos orbitales se reconocen los originados por las manchas solares (ciclos Hale y Hale doble, de 11 y 22 años). Estos ciclos afectan el clima y han aportado una explicación al fenómeno denominado *la pequeña edad de hielo*, que se produjo entre los siglos XV y XIX. Este enfriamiento global también fue reconocido en nuestro país.

Asimismo se reconocieron enfriamientos rápidos como el “Dryas Temprano”, entre 10.800 y 10.000 años antes del presente (AP), que también tuvieron distribución global y que aún no pudieron ser satisfactoriamente explicados.

Otros eventos climáticos episódicos se registraron históricamente y fueron originados por erupciones volcánicas muy explosivas o con alto contenido de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre). En 1816 se produjo “un año sin verano” en Europa y Norteamérica, como consecuencia de la erupción del volcán Tambora (Indonesia) un año antes. Perforaciones en hielo realizadas en Groenlandia y Antártida re-

gistraron similares aumentos en sulfatos, tanto para la erupción de 1815 como para una desconocida de 1809. Estudios comparados de las erupciones de los volcanes Tambora (1815), Krakatoa (1883) y Agung (1963), indicaron que los efectos de los aerosoles (núcleos de condensación en la alta atmósfera) en la temperatura superficial dependen, mayormente, de su contenido en sulfato que en el volumen de polvo silicatado eyectado. En el Hemisferio Norte, las erupciones volcánicas inducen descensos rápidos (en 2-3 meses) de la temperatura superficial, los cuales pueden persistir 2 a 3 años. El Hemisferio Sur sólo es afectado por erupciones que tengan lugar en ese hemisferio. Estas erupciones afectan al Hemisferio Norte, pero con un retardo de 6 a 12 meses. Desgraciadamente, existen pocas referencias de las erupciones del Hemisferio Sur y sus efectos en el clima, como las erupciones del Puyehue (1921) o Quizapu (1932). Las erupciones del Hemisferio Sur de los volcanes Paluweh (1928, Isla de Flores) y Quizapu (1932) habrían originado suficiente turbidez en la atmósfera para provocar disminuciones de  $0,3^{\circ}\text{C}$  en el Hemisferio Norte. Los núcleos de condensación de  $\text{SO}_2$  afectan el albedo terrestre y serían suficientes para explicar las diferentes tendencias climáticas entre ambos hemisferios.

Lo arriba expuesto indica que aún no se conoce bien cuál es el grado de participación de factores antrópicos y de los factores naturales en los cambios de temperatura globales.

Las variaciones del nivel del mar

A principios de la década de 1970, los vaticinios auguraban que, como consecuencia del aumento de aerosoles en la atmósfera, se podrían derretir los casquetes polares. Esto originaría un rápido ascenso del nivel del mar de hasta 7 m. Sin embargo, los cálculos realizados con modelos matemáticos, rápidamente, cuestionaron estos efectos. Pronosticaron retardos en la cristalización de la nieve a altas latitudes, los que inducirían a un enfriamiento, más que a un efecto de calentamiento.

Así se instaló la discusión entre quienes pronosticaban un calentamiento global y los científicos que preveían el final natural del presente interglacial con el consecuente descenso de la temperatura y del nivel del mar. Algunas evidencias, como el congelamiento de mares interiores boreales, la migración de algunos vertebrados en el Hemisferio Norte y los estudios acerca de la duración del anterior interglacial, hace 120.000 años AP, auguraban la finalización del último “veranito” del Homo sapiens.

No obstante, cuando comienza la década de 1980, muchos científicos estaban ocupados pronosticando escenarios para el ascenso del nivel del mar. Se calculó un aumento de 10 a 25 cm extrapolando el calentamiento correspondiente a los últimos 100 años.

Sin embargo, desde un principio, algunas evidencias fueron contradictorias:

las regiones que habían estado englazadas (cubiertas por hielo) hace 18.000 años indicaban que el nivel del mar estaba descendiendo. Ese descenso relativo del nivel de mar hoy es atribuido a un efecto de rebote (glacioisostático) de la corteza que estuvo englazada como resultado del alivio del peso del hielo. Estos movimientos son de descenso (o ascenso) del continente y se producen por efecto de la carga (o derretimiento) del hielo en épocas glaciales (o interglaciales). Los cambios relativos del nivel del mar se pueden reconstruir estudiando las fluctuaciones de las relaciones entre los isótopos 16 y 18 del oxígeno contenidos en los caparazones de organismos bentónicos. Estas relaciones entre los isótopos del oxígeno dependen de la temperatura del mar (figura 2). El isótopo liviano ( $^{16}\text{O}$ ) se evapora más rápido que el pesado ( $^{18}\text{O}$ ), por lo que los océanos quedan enriquecidos en este último, durante las épocas glaciales. El estudio de las fluctuaciones del nivel del mar en los últimos 6000 años, realizado a través del proyecto de UNESCO IGCP-61 concluyó que no existe una curva global del nivel del mar, sino curvas relativas para cada región. La continuación de ese proyecto (IGCP-200) reconoció además, que las tendencias de los registros mareográficos estaban sesgadas por una mayor cantidad de registros prolongados en el Hemisferio Norte (figura 3). Por otra parte, el estudio de los registros de las variaciones de los últimos miles de años (Holoceno más reciente) corrobora una tendencia de ascenso para el Hemisferio Norte. Pero en el Hemisferio Sur esos registros indican emergencia (figura 4), es decir que el nivel del mar había descendido (o fluctuado en el orden de 2m). Actualmente, se acepta que las variaciones del nivel del mar se producen como consecuencia de diversos efectos, los cuales se manifiestan en grado diferente en el Hemisferio Norte que en el Hemisferio Sur.

69 { curi

Uno de esos efectos que se ha evaluado recientemente es el producido por el aumento episódico en el aporte de nieve a las plataformas de hielo antárticas, sin suficiente plasticidad. Una sobrecarga de esa naturaleza originaría fracturas y derivas de grandes témpanos hacia el océano austral (figura 5). El derretimiento de estos megatémpanos podría generar ascensos episódicos del nivel del mar (conocidos como “surges”).

Por otra parte, el derretimiento de los hielos suele ocasionar cambios en la densidad superficial del agua de mar. Estos cambios pueden deberse tanto a la temperatura (termostéricos) como a la salinidad (halostéricos). Se ha calculado que, para los últimos años, los aumentos de 0,70 m del nivel del mar pudieron deberse a esos cambios (0,30 m por causas termostéricas y 0,40 m debido a causas halostéricas). Estudios en el Océano Pacífico indican que parte de la gran variabilidad anual e interanual (eventos “El Niño”) se origina en estos cambios termostéricos. Si bien los cambios halostéricos fueron de poca importancia para los últimos 100 años, se ha postulado que, durante la deglaciación holocena, los niveles del mar a altas latitudes podrían haber estado 4 m más arriba que los ecuatoriales, a consecuencia de diferencias halostéricas.

Las predicciones o “escenarios” para los próximos años indican rangos de in-

certidumbre, tanto del aumento del nivel del mar como para sus efectos en la erosión costera. A pesar de ello, y sin contar con adecuadas evaluaciones, se ha pensado en desviar el agua oceánica hacia depresiones continentales, para contrarrestar posibles aumentos del nivel del mar. Las potenciales áreas por inundar serían el Valle Imperial (California), la Depresión de Qatar (Egipto), el Mar Muerto (Israel-Jordania), nuestro Bajo del Gualicho (Río Negro) y la depresión de Eritrea (Etiopía).

El agujero de ozono

Pero el agujero de ozono se ha llevado la palma entre los fantasmas globales. En la década de 1980, desde la base antártica de Halley Bay, se descubrió una merma significativa del ozono estratosférico. La emisión de halógenos y los gases de las heladeras (cloro-flúor-carbono; CFC) fue considerada como la causa principal de su eliminación. La abundancia de ozono depende de un delicado balance entre producción, transporte y remoción (véase *Ciencia Hoy* 38: 31-40, 1997). La disminución del ozono no se debe sólo a su remoción a altas latitudes, sino también a reducciones en su transporte desde los trópicos. El problema se fue acentuando para llegar a un mínimo durante octubre de 1987 (figura 6).

Sin embargo, otros procesos naturales también afectan la concentración de ozono. Los océanos pueden aportar cloro (como sal) a la atmósfera. Los incendios de biomasa pueden, también, aportar compuestos de cloro orgánico (metil cloro). Los volcanes aportan ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico a la atmósfera. Estos aportes naturales son sensiblemente mayores que los artificiales: 300 millones de toneladas de ácido fluorhídrico son aportados anualmente como sal oceánica; 1,8 millones por combustión de carbón; 1,4-3,5 millones por la biota (continental y oceánica) y 0,8 a 22 millones, por volcanes. El cloro aportado artificialmente como CFC sería de sólo 2,28 millones de toneladas por año. Estas estimaciones pueden variar según los distintos métodos de cálculo, sumado el hecho de que los aportes episódicos provenientes de erupciones volcánicas son muy difíciles de promediar anualmente. Por ejemplo, la erupción de el volcán Pinatubo (junio de 1991) no sólo produjo un aumento significativo de los aerosoles globales, sino también un incremento de monóxido de cloro (OCI) y pérdida de HCl atribuido a diversas razones. En 1980, sobre la base del efecto causado por los 0,08-0,018 millones de toneladas de ácido clorhídrico expulsados por el volcán Augustine (Alaska, 1976), se extrapolaron los resultados y se calculó que la erupción del Bishop Tuff (California), hace 750.000 años, habría arrojado 289 millones de toneladas de HCl; 570 veces el HCl aportado, industrialmente, en 1975 como CFC. Otro fenómeno volcánico llamó la atención: Se calculó que el Monte Erebus (Antártida) eyectaba a la atmósfera 1.000 toneladas de Cl diariamente, justo debajo de la capa de ozono. Sin embargo, nuevas evaluaciones aclararon que este volcán antártico eyecta sólo 15.000 toneladas/

año. Lo arriba expuesto indica que el capítulo volcánico de la historia del agujero de ozono no está terminado, ya que en muy pocas erupciones se han podido efectuar estudios precisos (St. Helen, Kilauea, White Island, Merapi, El Chichón, Pinatubo). La incertidumbre acerca de los efectos de erupciones significativamente explosivas ha dado origen a artículos que crean dudas o directamente niegan que los CIFC sean la única causa del agujero de ozono (véase *Ciencia Hoy* 38:31-40, 1997).

Aún no se conoce, suficientemente, la química estratosférica para establecer cuánto hay de inducido por el hombre en este problema. No se poseen registros antiguos de ozono estratosférico ni se conocen las probables causas naturales para su eliminación durante la primavera austral (octubre).

Si bien el agujero sorprendió a los científicos, la biota antártica no parece haber sido sorprendida: Algunos organismos poseen sustancias microsporitas que minimizan los efectos cancerígenos de la radiación ultravioleta B. Existen, además, muchas dudas acerca de las tendencias ecológicas del fitoplancton ante un incremento significativo de la radiación ultravioleta. Experimentos de laboratorio demostraron que la radiación ultravioleta A inhibe significativamente la fotosíntesis de diatomeas y dinoflagelados, lo cual causa problemas más serios que la radiación ultravioleta B. Afortunadamente esta inhibición de la fotosíntesis de 12-15 %, en superficie, es bastante menor en profundidad.

71 { curi

#### Conclusiones

1 { No podemos negar que el hombre está alterando significativamente los ciclos biogeoquímicos. Peor tampoco podemos negar que, en muchos casos, *no conocemos* los antecedentes para discriminar los efectos naturales de los antropogénicos.

2 { Respecto del ciclo del carbono (calentamiento global) *no conocemos* su productividad actual, la del pasado ni los efectos reguladores del océano superficial y profundo.

3 { Respecto del aumento del nivel del mar, *no conocemos* si las tendencias previstas de aumento son representativas de lo que sucede en todo el planeta.

4 { Respecto de los ciclos del ozono y halógenos estratosféricos (agujero de ozono), *no conocemos* los procesos completos. Tampoco sabemos si los efectos antropogénicos son significativos comparados con los naturales episódicos.