

LENGUAJE Y PARADIGMAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS

José Luis Córdova F.*

Enseñar a leer es el único y verdadero fin
de la enseñanza.

Que el lector sepa leer y está salvado.

Charles Péguy (1873-1914).

PARTE 1. PARADIGMA

El principal objetivo de este trabajo es perfilar en qué medida el lenguaje (instrumento sin duda anterior al manejo del fuego) ha configurado al paradigma de pensamiento científico caracterizado por: parsimonia, reproducibilidad, verificabilidad, consistencia interna y coherencia con observables.

Afirma Kuhn [1970] que todo conocimiento opera por la selección de datos significativos y rechazo de otros; separa (distingue o desarticula) y une (asocia, identifica), jerarquiza (lo principal, lo secundario) y centraliza (en función de nociones maestras conceptos fundamentales). Estas operaciones lógicas responden a principios "supralógicos" de estructuración: los paradigmas, esto es, principios ocultos que gobiernan la visión del mundo de un grupo social.

* Departamento de Química, UAM-I.

Es una perogrullada afirmar que el pensamiento científico se desarrolla con su ejercicio. No lo es tanto proponer que este ejercicio, sea del investigador, sea del estudiante, implica instrumentos materiales y convenciones sociales como, por ejemplo, los significados de los símbolos, las correspondencias letra sonido, y sonido concepto; lo mismo podemos decir del dominio de instrumentos materiales para el ejercicio del pensamiento (o su no-ejercicio).

En sentido etimológico un *paradigma* es un "modelo" o "ejemplo" (Corominas, 1987); en sentido lato es un patrón o prototipo. Kuhn (1970) afirma que, en primera instancia, un paradigma gobierna no a una disciplina sino a un grupo de sujetos al proponerles un conjunto de criterios, procedimientos e instrumentos para validar las teorías; pero no sólo eso, el paradigma también interviene en los criterios de definición de *qué es problema*. En otros términos, establece *qué es natural* y *qué es problema*.

Un ejemplo tomado de García (1982) ilustrará cómo un paradigma define qué

es problema. “La cesación del movimiento se debe a una fuerza opuesta. Si no hay fuerza opuesta el movimiento nunca se detendrá. Esto es tan cierto como que una vaca no es un caballo”, es un texto chino del s. V a.n.e. Sin embargo, el enunciado anterior debió esperar en Occidente hasta 1600 para ser formulado por Galileo como principio de inercia: “Un objeto mantiene su estado de movimiento o reposo hasta que otro lo modifica”.

En Occidente se ha considerado como *natural* al reposo, luego, el movimiento requiere una explicación: es un problema. En Oriente ocurrió lo contrario, *lo natural es el movimiento*, luego, no requiere de ninguna explicación.

Un paradigma, sostiene Kuhn (1970), aunque sea formulado por una sola persona, es producto de todo un desarrollo cultural, histórico, civilizacional; controla, en primera instancia, no a una disciplina sino a un grupo de practicantes. Es el núcleo de problemas cuya solución es particularmente clara porque ya hay instrumentos definidos, acciones precisas, resultados anticipados por ese grupo social.

En ciencias se hace uso de un lenguaje matemático complicado y abstracto que satisface los criterios de claridad, brevedad y precisión... para el especialista. Pero, no es el caso para el estudiante bisoño. Todo lenguaje, incluso el matemático, requiere de familiaridad para captar sus alcances y sutilezas. Enfrentar la dificultad limitándose al lenguaje matemático es una salida fácil pero falsa. No es una solución, puesto que no se sabe en qué grado ese lenguaje matemático es aplicable a los fenómenos (Heisenberg, 1987); de hecho, las ciencias duras sólo

consideran los aspectos matematizables de los fenómenos. Con todo, su enseñanza y difusión deben apoyarse en el lenguaje cotidiano, porque éste es el único lenguaje en el cual se da la comunicación con los no especialistas.

Esta situación arroja alguna luz sobre la tensión entre el pensamiento científico por un lado y el pensamiento cotidiano. En otras palabras, entre la noción de “explicación” de la ciencia y la “explicación” basada en experiencias sensoriales y particulares.

En particular, las nociones de *explicación* y de *comprensión* no permiten una estructuración clara e inequívoca; ellas mismas (como todas las nociones) dependen del contexto, estilos y entorno. O si se prefiere “corrientes” o “doctrinas” o “teorías” o “modas”. Por ello afirmaba Maxwell, al iniciar sus cursos de electromagnetismo:

“Hay dos formas de explicar el comportamiento de la luz. Una es mediante la teoría ondulatoria, otra con la teoría corpuscular. Estudiaremos la teoría ondulatoria porque ya murieron todos los que apoyaban la corpuscular”.

PARADIGMA E INTERPRETACIÓN

Es una obviedad afirmar que el sujeto logra la *comprensión* a partir de su propia experiencia. Por ello Rudolph Carnap [1969] dice tajantemente: “Entender es reducir a lo familiar”. Y lo que es familiar a unos puede ser totalmente ajeno a otros. Hay quienes entienden de acuerdo con un limitado conjunto de estructuras, de aquí que explicarles algo sea una labor eventualmente sin fruto. Jamás pudo Giordano Bruno explicar lo que entendía acerca de

los planetas al papa Clemente VIII; según el paradigma de este Papa, Bruno sólo podía ser hereje pertinaz.

En 1054 los astrónomos chinos y mayas registraron una nueva estrella: la super nova del Cangrejo; por el contrario, los astrónomos europeos no lo hicieron, fueron incapaces de detectar un cambio en el firmamento pues predominaba el paradigma aristotélico: los cielos son inmutables. Si el firmamento, las estrellas, son incambiables, cualquier nuevo fenómeno celeste debe entenderse como un engaño de los sentidos, influencia de espíritus, maleficios, etcétera. Sin embargo, Tycho Brahe y otros europeos sí registraron la super nova de 1572, pues, gracias a Copérnico ya se había extendido la idea de que el firmamento cambia.

Cada época permite y prohíbe pensar ciertas cosas, valora unas, oculta otras. Thomas Kuhn, en su libro "La revolución copernicana" de 1957, propone que el pensamiento científico está determinado por "paradigmas" o "universos conceptuales" formados por teorías, experimentos y métodos confiables; y, como ya mencionamos, los criterios que definen *lo problemático* y *lo natural* así como las vías e instrumentos para generar y validar las respuestas.

Los científicos, no sólo la gente común, aceptan un paradigma dominante y buscan extenderlo y fundamentarlo. Con todo, pueden surgir nuevos datos experimentales inconsistentes con las teorías, nuevos instrumentos de mayor alcance y precisión, nuevos desarrollos teóricos incompatibles con los vigentes, nuevos fenómenos, etcétera. La acumulación de las dificultades dispara una crisis que sólo puede resolverse por la sustitución del viejo paradigma por uno nuevo.

El abandono de la cosmología ptolomeica por el heliocentrismo copernicano, el reemplazo de la mecánica newtoniana por la física cuántica y la relatividad general son sólo unos ejemplos de cambio de paradigma.

Como mencionamos, el paradigma determina qué es un problema, cómo se le explica; en otros términos, qué datos u observaciones son materia prima de conocimiento.

Con Galileo se genera un nuevo paradigma del conocimiento, pues modifica el objeto del mismo (la salvación del hombre) y cuestiona al criterio de validación del conocimiento (la autoridad eclesial). La conocida condena a Galileo por la Inquisición no se debió tanto a su afirmación sobre el movimiento de la Tierra, ni por quitarle su lugar exclusivo en la Creación, sino, sobre todo, por proponer una nueva forma de conocimiento basada en la observación, la experimentación y la abstracción; o en otras palabras, la lectura del libro de la naturaleza.

Ahora bien, Maclure afirma (1998) que en la lectura se pone el pensamiento en acción; la lectura no resulta de aplicar fórmulas sino de elaborar significados; las fórmulas matemáticas, en cambio, tienen definidas sus operaciones. Es cierto que ninguna fórmula científica explicita sus alcances ni cuándo son aplicables; un ejemplo: la fórmula de Newton para la atracción gravitacional entre cuerpos supone que toda la masa del cuerpo está concentrada en un punto ipero ningún objeto real tiene esas características! ¡y la ecuación nunca dice en qué casos el objeto es aproximado a una masa puntual! Extraer significados es mirar lo que ocurre desde diversas perspectivas: la de la ciencia, la de la historia, la de los pares, la de

los antagonistas, la de las experiencias y observaciones.

Si bien la imprenta llevó a nuevas formas de leer, hubo otro invento extraordinario mucho anterior: la escritura vocálica (ca. 600 a.n.e.), que propició nuevas formas de pensar, al punto que la cosmovisión basada en el arbitrio de los espíritus comenzó a coexistir con otra basada en la causalidad y el orden natural (Olson, 1998). Y es que difícilmente puede darse la reflexión con un instrumento efímero como el de la memoria; sólo un escrito vocálico (menos sujeto a la ambigüedad de la notación consonántica) permite el arte de la argumentación, del análisis riguroso y la confrontación de textos, características esenciales del pensamiento científico.

Al respecto Max Planck (1987) afirmó de una manera muy cruda:

Una nueva verdad científica no se impone por el convencimiento de sus opositores, haciéndoles reconocer la realidad, sino más bien porque algún día los opositores mueren y surge una nueva generación que ya está familiarizada con ella.

Algo semejante puede decirse del saber popular, de la cultura y la moral: tienen paradigmas que cada generación ha asimilado lenta pero eficazmente y determinan qué es normal, qué es problemático. Para los acostumbrados a un medio académico la visión disciplinaria es “natural”, es una característica del paradigma científico de su grupo. Para un estudiante de ciencias, generar resultados numéricos, sustituir en fórmulas, es “natural”.

En la mentalidad popular la actividad del científico está basada en concep-

tos rigurosos y procedimientos lógico matemáticos que no dejan lugar a la interpretación, la imaginación y la subjetividad. El científico hace observaciones empíricas, elabora y contrasta hipótesis, deduce rigurosamente las conclusiones; y, se piensa, no podía ser de otra manera pues el propósito de la ciencia es el conocimiento objetivo. Otro de los errores en la imagen pública de “ciencia” es que el lenguaje científico se caracteriza por correspondencias biunívocas, y que es descontextualizado. En otras palabras, se piensa que la metáfora es un recurso literario cuyo lugar es el discurso poético o político, pero no el quehacer científico.

Sin embargo, cuando el lenguaje se convierte en medio dominante de comunicación, la experiencia directa de los objetos comienza a quedar subordinada al sistema de significaciones que otorga el grupo social. Rudolph Carnap (1969) afirmaba que “explicar es reducir a lo familiar”. Como veremos más adelante, los significados atribuidos por la comunidad estudiantil a conceptos clave del aprendizaje son inconmensurables con los de los docentes. Así, el significado de “explicar” es diferente para el alumno y para el maestro. Si para el maestro “explicar” es ubicar los conceptos en una estructura lógica, para el alumno es, simplemente, sustituir en una fórmula... Por ello el maestro debe usar añadidos verbales y metáforas para precisar los supuestos, alcances y limitaciones de los modelos científicos.

En la espiral de aprendizaje interviene toda la persona, y de su cerebro interviene algo más que la razón, intervienen la imaginación, la analogía, la intuición, la metáfora. La metáfora no es asunto exclusivo del lenguaje; tiene estrecha re-

lación con las categorías del pensamiento y, además, *con la acción* pues el lenguaje es la primera categorización de la realidad. De una manera sustanciosa Ludwig Wittgenstein resume la idea anterior: "Los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo".

La metáfora, repetimos, no concierne sólo al lenguaje; tiene estrecha relación con el pensamiento y con las acciones del sujeto. De igual modo, los conceptos y categorías de nuestro pensamiento no son exclusivamente asunto de la inteligencia. En otras palabras, nuestro pensamiento depende de variables que van más allá de la inteligencia y la razón, por ejemplo, valores, hábitos, costumbres, roles, jerarquía social, etc. Y, ni hablar, todas ellas son variables de carácter histórico y social. En consecuencia, nuestro sistema conceptual, condicionado por nuestra forma de vida, estructura lo que percibimos y lo que pensamos, organiza cómo actuamos y cómo nos relacionamos con otras personas y ordena la forma en que enfrentamos los problemas (Lakoff, 1995).

Veamos cómo las metáforas del lenguaje cotidiano revelan algunas de las formas en que organizamos nuestro pensamiento y nuestras acciones. Por ejemplo, decimos que una "discusión es una guerra", y muchas expresiones refuerzan esa metáfora:

- Las hipótesis del autor no son defendibles.
- Los argumentos del árbitro son muy débiles.
- Debemos atacar esa afirmación.
- Ganamos la discusión en el Consejo Divisional.
- Si usamos esta estrategia aniquilaremos sus hipótesis.

- Destruímos su proyecto de área.
- Este artículo sobre "Lenguaje y paradigma" tiene puntos débiles.

No sólo hablamos de las discusiones como si fueran una guerra: actuamos *como si lo fueran*. La persona con quien discutimos es, efectivamente, un adversario. Por ello, en las discusiones más que entender al oponente, más que llegar a conclusiones, a puntos en común y acuerdos... se pretende aniquilar al adversario.

Otro caso de metáfora, muy frecuente en el habla académica, que condiciona a su vez las actividades docentes, es la metáfora del conocimiento como objeto. He aquí algunos ejemplos:

- Voy a dar la clase.
- Ya vimos suficientes problemas.
- El libro da los casos fundamentales.
- Los estudiantes reciben la clase.
- Este desarrollo es oscuro.
- Hemos enseñado el tema repetidamente.
- Vamos a presentar los conceptos básicos.

Y, en efecto, los profesores actuamos como si el conocimiento fuera realmente un objeto!, es decir como si fuera algo independiente del contexto y fuera manipulable como un cuaderno.

La esencia de la metáfora es algo que nos ayuda a entender en términos de otro concepto; un modelo científico es algo que creemos entender y pensamos que servirá para entender lo que todavía no entendemos. En este sentido un modelo es... una metáfora.

Conocer la forma en que se adquirió el conocimiento científico, estudiar las razones por las que ha sido aceptado,

mostrar la función de la analogía y la metáfora, analizar los estrechos vínculos entre pensamiento y lenguaje podría aumentar los valores "humanistas" de la enseñanza de ciencias y hacer la mente de los futuros científicos más flexible y creativa; pero afectaría al objetivo escolar de manipular modelos científicos. Y no hay duda de que ésta es la finalidad central de los cursos y de los textos. Lo que no deja de ser lamentable: nunca estudiar gramática es tan apasionante como leer literatura. Los textos de gramática, como los textos científicos, enseñan a identificar y operar "enunciados correctos", pero no a crearlos, ni a evaluarlos, ni a disfrutarlos.

Tanto el investigador como el profesor están obligados a superar continuamente sus propias metáforas, esto es, sus propios modelos de investigación y docencia. Deben desarrollar nuevos modelos de interpretación, nuevos instrumentos para medir nuevas variables, para interpretar nuevos fenómenos. Lo cual es semejante a la creación artística, donde el poeta, por ejemplo, busca nuevos significados y sentidos a las palabras.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ESCRITURA

La escritura fija y formaliza, como lo ejemplifica el estilo de los escritos notariales (que todavía emplean giros idiomáticos del siglo XVI): del tenor siguiente..., a fojas..., dado a los... días del mes tal del año tal, etcétera. Hay, además, giros del habla común que muestran cómo la escritura fija, por ejemplo: no hay nada escrito sobre esto, estaba escrito (por la Providencia). El mismo término

escriturar es hacer constar un hecho en forma legal.

Propone Moorehouse (1995) que en las antiguas tradiciones (chinos, egipcios, babilonios) la escritura es obra de seres sobrenaturales. Es comprensible que un instrumento tan poderoso haya sido considerado un regalo (o castigo) divino. La escritura hizo posible nuestra civilización por la literatura, la tecnología y la ciencia, la legislación y, si tiene razón Jaynes (1991), por la emergencia de la conciencia personal misma.

Es claro que el registro escrito de las riquezas contribuyó a mejorar las técnicas agrícolas, de hilado, de beneficio de metales, fabricación de cerámica, cerveza, etc. En Egipto, vale señalar, uno de los primeros usos de la escritura fue registrar el nivel de las inundaciones del Nilo (5000 a.n.e.); ello facilitaba estimar los impuestos antes de la cosecha, pues el rendimiento dependía de la magnitud de la inundación. Otras funciones de la escritura eran conservar los límites de propiedades borrados por las inundaciones y conservar los cadáveres con la escritura de conjuros y encantamientos.

Gracias a la escritura el hombre pasó de la era en que producía sus propios bienes a la de especialización y comercialización. Para ello fue fundamental la invención del alfabeto vocálico griego, resultado de un pensamiento analítico que descompone las características perceptibles, las sílabas, en constituyentes elementales. Su eficiencia resulta de un conjunto de signos pequeño y manejable que expresa todos los sonidos de su habla. Pero el alfabeto fue, además, un instrumento que revirtió en el pensamiento analítico al permitir la representación precisa y descontextualizada. La escritura

consonántica aramea y fenicia (de las que se nutrió la escritura griega) no permitía una lectura única. Uno de los factores que permitió la formulación de los problemas filosóficos, geométricos, arquitectónicos, poéticos y que separó al pensamiento de las antiguas cosmogonías es la escritura vocálica.

En tanto que los lenguajes son sistemas de símbolos, la escritura es, en rigor, un sistema para representar persistentemente esos símbolos. A diferencia del habla, efímera, la escritura es concreta, permanente y menos contextualizada. Ambas dependen de las estructuras subyacentes al lenguaje, pero la escritura no es una simple transcripción del habla, frecuentemente incluye formas y estilos especiales, p.ej. los escritos científicos o literarios; esto es, la escritura es un medio con formas y funciones conceptuales y sociales distintas a las del lenguaje hablado.

Las ideas anteriores las resume Bottéro (1995) de la siguiente manera:

La escritura, en definitiva, es uno de los accidentes de la cultura, pero es un accidente capital. Su nacimiento desencadenó una conmoción profunda, que no sólo trastrocó y remodeló bruscamente, como un sismo, la configuración de las mentalidades, sino que fue repercutiendo en una serie interminable de transformaciones e innovaciones.

En tanto que el habla es una competencia humana universal, adquirida sin instrucción sistemática, la escritura debe ser enseñada a cada generación de niños y es de origen relativamente reciente: baste recordar que la escritura

vocálica es un invento griego del siglo V a.n.e., que la separación de palabras en el escrito comenzó por el siglo VI e.c., que unos 300 años más tarde se distinguieron mayúsculas y minúsculas y que los caracteres tipográficos usuales junto con los signos de interrogación y puntuación tienen unos 500 años.

No es exagerado decir que, gracias a la invención de la escritura silábica, el pensamiento griego pudo confrontar la tradición religiosa con sus observaciones científicas y, según propone Jaynes, llevar a una novedosa distinción entre el yo y el mundo, entre la conciencia y todo lo demás.

LA ESCRITURA ALGEBRAICA

En este apartado mostramos cómo los cambios en la notación algebraica permitieron desarrollar nuevos conceptos matemáticos, esto es, la relación entre lenguaje matemático y pensamiento matemático. Huelga decir que el pensamiento lógico sólo se desarrolla con símbolos precisos y manipulables.

Afirma Resnikoff (1984) que la notación algebraica ha sido fundamental para el desarrollo de las matemáticas.

El conocido Fibonacci, Leonardo de Pisa (1180-1250), describe la expresión (en notación actual)

$$(10 - x) \cdot (24 + x) = 240 - x^2 - 14x$$

de la siguiente manera:

De 10 y 24 obtenemos 240 unidades; de 10 y una x aditiva obtenemos 10 x aditivas; y de 24 en una x sustractiva obtenemos 24 x sustractivas. Si uno resta los 10 x aditivos de éstas entonces

permanecen $14x$ sustractivas. Y de la x aditiva y la x sustractiva resulta una x^2 sustractiva. Por lo tanto, para el problema de la multiplicación propuesto tendremos $240 - x^2 - 14x$.

La notación sincopada (con abreviaturas) ya era común en la Europa del Renacimiento. Regiomontanus (ca. 1470) escribió expresiones algebraicas del siguiente tipo (con su transcripción actual a la derecha)

$$\frac{2\text{c} \text{ et } 100 \text{ m } 20\text{c}}{10\text{c} \text{ m } 1\text{c}} = 25 \quad \frac{2x^3 + 100 - 20x}{10x - x^3} = 25$$

Observe que, en la expresión de la izquierda, los símbolos empleados para las diferentes potencias de x son diferentes y el uso de signos, abreviaturas y palabras.

Este tipo de simbolismo para representar diferentes potencias de la misma incógnita obligaba a una mayor memorización, lo que imposibilitaba descubrir la elemental ley de los exponentes

$$x^m \cdot x^n = x^{m+n}$$

y, en consecuencia, el concepto de logaritmo.

No hay duda de que gracias a la poderosa notación del álgebra simbólica pudieron Leibniz y Newton desarrollar el cálculo infinitesimal; Laplace, la mecánica celeste; Bernoulli, la dinámica de fluidos, etcétera.

García (2000) cita a Russell, quien en su "Introducción a la filosofía matemática" de 1910 reconoce la importancia de la notación de Peano:

Fui impresionado por el hecho de que, en todas las discusiones, Peano y sus discípulos tenían una precisión que no

poseían los demás. Tan pronto como dominé su notación, vi que con ella se extendía la región de la precisión matemática hacia regiones que habían sido abandonadas a la vaguedad filosófica.

Las relaciones entre el pensamiento y sus instrumentos, en este caso la escritura simbólica y posicional, no requieren mayor demostración.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA LECTURA

Las formas de leer los textos han cambiado históricamente debido, en parte, a los cambios de soportes materiales y también por el "clima intelectual de la época". Una manera de ilustrarlo es considerar la relación de los filósofos griegos con la escritura, como lo hace Pérez (1999). Esta relación tiene dos aspectos:

En la cultura antigua la voz viva está asociada a todos los hábitos intelectuales (lectura en voz alta, dictado de obras, memorización, argumentación e, incluso, meditación); además, la filosofía era un proyecto existencial. Filosofar no consistía en hablar, escribir o reflexionar, sino en "ser". El maestro era un guía espiritual que formaba el alma a través de preguntas y respuestas. Era la única vía para que el alumno, por sí mismo, encontrara la verdad.

Puesto que el discurso oral era superior al discurso escrito, el verdadero filosofar sólo era posible entre amigos. El escrito es una imagen congelada de la palabra que a cualquier interrogación responderá siempre lo mismo. Ante cualquier crítica el texto aparece indefenso.

En la antigüedad, la palabra y la memoria competían con la escritura. Palabra

y memoria cubrían todas las actividades intelectuales, afectivas y corporales del filósofo que orientaba hacia cierta clase de sabiduría.

Los modos de lectura han cambiado junto con los instrumentos materiales de la escritura, como puede inferirse de lo que sigue: la escritura con un cálamo grueso es muy diferente a la hecha con uno delgado. La escritura hebraica usaba un cálamo fino que permitía trazos delicados, en cambio, la aramea sólo constaba de trazos burdos y simples puesto que empleaba un cálamo ancho. No es raro que la escritura vocálica griega tenga su origen en la escritura hebraica.

Aldo Manucio (1500) desarrolló tipos de letras más legibles y sencillas que las de Gutenberg (la fuente *Times New Roman* es una variante del diseño de Manucio), también hizo los libros más compactos y económicos; en consecuencia aumentó el número de lectores (Boorstin, 1988) y se dieron las condiciones para grandes cambios sociales (el más notable, la Reforma) y para cambios en la estructura mental (menor confianza en la autoridad, mayor confianza en el dominio de la Naturaleza, inicio de la edad de la exploración), al punto que, según afirma Robert Merton en diversas obras, el desarrollo de las actitudes científicas *sólo pudo darse* entre los protestantes sajones.

Un ejemplo de cómo el instrumento material influye en la capacidad de análisis es el siguiente:

Los antiguos rollos de hasta 45 m no tenían páginas, en consecuencia no tenían índice, portada ni colofón (en el mejor de los casos estaba el nombre del copista). El libro, en cambio, permitió las referencias y la búsqueda del conoci-

miento documentado con precisión. Ya no dependía sólo del nombre del autor sino de la referencia. Lo anterior explica parcialmente que muchas afirmaciones atribuidas a Aristóteles fueran cuestionadas en tiempos de Galileo.

Con todo, sería simplista, como afirma Missika (2000), proponer que la tecnología y los recursos materiales sean suficientes para provocar cambios revolucionarios en los paradigmas que llevan a la percepción de la realidad.

El efecto de los medios tecnológicos no está tanto en lo que se piensa o se deja de pensar, ni en lo que es necesario (o no) pensar, sino *en cómo se piensa*. Ejemplifiquemos con una consulta a la WEB (donde los resultados son puntuales) y una consulta a una enciclopedia; el primer caso permite el copiado completo de texto sin necesidad de discriminar ni interpretar la información; el segundo caso, la consulta a la enciclopedia, ejercita la visión periférica y obliga a la escritura del material, a la lectura cuidadosa, a la discriminación e interpretación, permite un tiempo de reflexión durante el copiado, y la integración de los movimientos corporales con los conceptos, en breva, intervienen más facultades intelectuales y motoras.

Es precisamente el potencial de las computadoras lo que las limita como instrumentos de aprendizaje: lo que aprende el sujeto depende de lo que él hace, no de lo que hayan hecho los programadores e ingenieros. La interactividad, como la reflexión interna, es condición necesaria, pero no suficiente del aprendizaje. Más bien, la reflexión interna es la interactividad más interna que puede tener el sujeto.

En otras palabras, las tecnologías de comunicación actúan sobre los *procesos*

perceptivos y cognitivos porque son, precisamente, instrumentos de percepción y de cognición. Voluntaria u obligadamente, influyen en nuestra manera de ver, de juzgar, de comunicar, de calcular o de razonar; las tecnologías de comunicación, junto con el lenguaje del grupo social, categorizan la realidad al proponerle al sujeto qué es importante, qué es necesario, qué es posible, qué es justo.

De lo hasta aquí dicho puede inferirse que hay alguna relación entre los modos de pensamiento y los instrumentos materiales de los que nos servimos para pensar. Jack Goody (1996), como Jaynes (1991) y otros, ve en la escritura un instrumento de "estructuración" del pensamiento, pues es más fácil percibir las contradicciones en un texto escrito que en un discurso hablado; en el primero podemos formalizar las proposiciones de manera silogística y fragmentar el flujo oral, ello permite poner enunciados lado a lado y compararlos con los de momentos y lugares diferentes. Sin escritura, es difícil aislar un enunciado y someterlo a un análisis crítico.

La escritura aporta una descontextualización y una individualización del pensamiento. La oposición clásica entre mito e historia puede relacionarse con la cuestión de la escritura. La historia no adquiere su sentido sino con la ayuda de la escritura que permite conservar, archivar y confrontar versiones diferentes de un mismo acontecimiento histórico. De manera semejante el pensamiento científico requiere de un instrumento que permita el examen crítico.

Jack Goody propone la siguiente tesis: La escritura[...] hace posible una nueva manera de examinar el discurso

gracias a la forma permanente que da al mensaje oral. Este medio de inscripción del discurso permite ampliar el campo de la actividad crítica, favorece la racionalidad, la actitud escéptica, el pensamiento lógico[...] Las posibilidades del espíritu crítico aumentan por el hecho de que el discurso se halla así desplegado a la vista; simultáneamente la posibilidad de acumular los conocimientos, en particular los conocimientos abstractos, porque la escritura modifica la naturaleza de la comunicación extendiéndola más allá del simple contacto personal, y transforma las condiciones de almacenamiento de la información; así se hace accesible a quienes saben leer un campo intelectual más extenso.

El problema de la memorización deja de dominar la vida intelectual; el espíritu humano puede aplicarse al estudio de un "texto" estático, liberado de las dificultades propias del habla, lo que permite al hombre distanciarse de su creación, y examinarla de manera más abstracta, más general, más "racional". Al hacer posible el examen sucesivo de un conjunto de mensajes desplegado sobre un periodo mucho más largo, la escritura favorece a la vez el espíritu crítico y el arte del comentario por una parte, y el espíritu de ortodoxia y el respeto al libro por otra parte.

La imprenta ofrece al investigador los medios materiales para analizar y confrontar textos y resultados. Por otro lado, las asociaciones científicas, sus publicaciones y editorialistas, las asociaciones meritocráticas también forman parte del engranaje material que influye en la formación de paradigmas. Podemos decir, en

breve, que hay un relación circular, más bien espiral, entre los modos de pensamiento y sus instrumentos materiales e institucionales.

PARTE 2. EL PENSAMIENTO ESCOLAR ESTUDIANTIL

Clima intelectual del grupo social, instrumentos materiales y lenguaje son los factores considerados hasta aquí en la formación del pensamiento científico. El paradigma de pensamiento escolar estudiantil también está relacionado con ellos. Analizaremos a continuación estos tres factores remitiendo a ciertas respuestas y comportamientos de estudiantes de ciencias; es obligado reflexionar también sobre los valores sociales fomentados por los medios masivos.

CLIMA INTELECTUAL

El clima intelectual del estudiante está dominado por las respuestas que el maestro quiere, no las que el alumno entiende. Un alumno afirmó: "Mi error en el examen fue no haber respondido lo que Ud. quería"; otro: "Si no lo hubiera encontrado a Ud. para que me dijera si estoy bien... le habría preguntado a un compañero". En ambos casos, el referente de "validez" está en la autoridad del maestro.

El clima intelectual escolar propicia la generación de respuestas, no su análisis e interpretación. Un resultado, cualquiera que sea, evita el problema de pensar. La noción de confort impuesta por los medios y el entorno social también incide en "responde, no pienses". Así, ante un problema de estimación de la población

mundial entre 1990 y 2050 un alumno propuso, para la última fecha, una población de 10^{28} habitantes (diez millones de billones de veces superior a la estimada por la ONU). Es más, para el año 2000 su cálculo era de... 10^{-15} habitantes (una milmillonésima parte de humano!

La experiencia estudiantil confirma que pocas veces el maestro está dispuesto a dialogar y a contrastar puntos de vista. ¿Para qué, si finalmente el maestro pone la calificación? Puesto que la nota es el medio de evaluación (y control) de los estudiantes, éstos apuntan sus esfuerzos a lograr la mayor con el menor esfuerzo.

La falta de análisis, sumada a la urgencia por resultados, llevó a un alumno a lo siguiente: para medir la temperatura ambiente un alumno tomó el termómetro sujetándolo con las dos manos, una a la mitad de su longitud, la otra en el bulbo de mercurio!

Estas acciones son muestra del clima intelectual estudiantil, consecuencia del entorno social. La urgencia por generar resultados lleva al hábito más pernicioso: no revisar. Así como el examen permite al alumno olvidar todo lo estudiado, entregar una tarea le permite despreocuparse. No sorprende que entreguen tareas (claro, impresas con computadora) donde aparece 9 veces la misma definición.

Otro ejemplo: el cálculo de un área puede transformarse en el cálculo de subáreas más manejables (p.ej. rectángulos). Así, mientras mayor sea el número de subáreas más aproximado será el resultado y menor será el error. Un alumno presenta la tabla donde el error es independiente del número de subáreas; otro, una donde el error aumenta al aumentar el número de subáreas.

Ante la opción de un empleo de bajo sueldo y la de ser estudiante universitario la elección es obvia. No porque ésta asegure la movilidad social, sino porque retrasa el problema. Es sabido que la distribución del ingreso ha tenido una creciente asimetría. Los ingresos de cualquier futbolista o diputado llegan a ser 10 veces los de un investigador universitario; el premio nobel podrá significar cosa de un millón de dólares, pero un jugador profesional de baloncesto puede ganar 30 millones de dólares en un año (Córdova, 2005). Etcheverry (1999) ha encontrado que en los jóvenes de 17 a 22 años ha habido un fuerte decremento en las habilidades superiores de pensamiento en un periodo de 20 años; la siguiente tabla muestra el porcentaje de aciertos para: A: habilidades lógico matemáticas, B: habilidades lógico verbales, C: habilidades lógico espaciales.

| | A | B | C |
|------|----|------|------|
| 1970 | 70 | 62 | 49.6 |
| 1990 | 18 | 37.5 | 20.5 |

Los jóvenes no comprenden lo que leen en los libros, pero comprenden muy bien lo que leen en la sociedad; sólo les falta leer a quién beneficia aceptar esas "verdades". Entre estas verdades se hallan las siguientes:

- Las tres personas más ricas del mundo tienen bienes superiores al producto bruto anual de los 48 países menos desarrollados.
- La educación básica, la atención médica y alimento para la población mundial

implicaría 40 mil millones de dólares, menos del 4% de la riqueza acumulada por los 225 superricos; menos del 5% de lo que se gasta en armamentos en el mundo.

- USA gasta en cosméticos 8 mil millones de dólares/año. Europa, en helados, 11 mil millones de dólares/año. USA y Europa, alimentos para mascotas, 7 mil millones de dólares/año. USA y Europa, perfumes, 12 mil millones de dólares (Informe del desarrollo humano, ONU 1998).

Para 52% de alumnos (Etcheverry, 1999), éxito es hacer lo que me gusta; para 46% es ganar mucho dinero, estabilidad económica, ser profesionista reconocido, ser famoso. No sorprende que los estudiantes estén poco interesados en los aspectos académicos de la educación: la consideran un medio de aumentar ingresos económicos, no una oportunidad de expansión mental.

Para lograr éxito, 49% de los estudiantes opina que se requieren astucia, habilidad para negocios, "arreglos". Sólo 31% mencionó factores relacionados con esfuerzo: estudio, dedicación (Etcheverry, 2000).

LENGUAJE ESTUDIANTIL

El lenguaje estudiantil es sumamente contextualizado; depende de lo que el sujeto está pensando (y supone que el maestro lo sabe). Así, en las sesiones con PC exclaman "¡Prof (sic) explíqueme! ¿Por qué me salió esto?". En el laboratorio de química, trabajando con ácido sulfúrico, un alumno pregunta "Ticher (sic), entonces ¿pongo el ése en el dese?".

Es infrecuente que un alumno se comunique sólo con palabras, se apoya en gestos e inflexiones; un estudiante presenta una gráfica en la pantalla de la computadora y pregunta "¿Da lo mismo que éste (apunta) no aparezca aquí (apunta más a la derecha)?"

Una característica fundamental del ser humano es su capacidad de manejar símbolos, no sólo gestos. El hombre se piensa a sí mismo y al mundo en palabras, no en gestos. La capacidad de abstracción se desarrolla manejando palabras que evocan no objetos concretos, sino conceptos sin correspondencia con objetos reales cuyo significado no está en la experiencia diaria.

El problema no es que los estudiantes hablen mal su idioma; el problema es que, sin dominio del lenguaje, no hay sistema lógico posible y, si falla la lógica, no hay capacidad ni de aprendizaje ni de reflexión. Al usar un lenguaje vago e impreciso pierden la capacidad de pensar el mundo y de pensarse, de ser, en verdad, humanos.

El desprestigio de la lectura resulta del descrédito contemporáneo del esfuerzo. La lectura requiere de un esfuerzo intelectual que pocos están dispuestos a emprender. Leer, interpretar, estructurar, hacen al sujeto reflexivo y racional, facilita el escribir y hablar pero, sobre todo, impulsa a meditar, a desarrollar la imaginación.

INSTRUMENTOS MATERIALES

La radio y la televisión provocan transformaciones similares a las de la imprenta en el paradigma de conocimiento, pero no disponemos de la distancia históri-

ca necesaria para identificar y evaluar concretamente estas transformaciones. Una tecnología del tipo de la imprenta toma un tiempo considerable (del orden de siglos) para desplegarse social y culturalmente. Además, deben tomarse en cuenta todos los perfeccionamientos técnicos agregados al descubrimiento en el curso de su uso.

Televisión, cine, videojuegos llevan al estudiante a las más intensas percepciones y emociones, todas las imágenes son explícitas y detalladas en zoom y cámara lenta. Lo que percibimos adquiere significado cuando lo incorporamos a un sistema de ideas. Sin embargo, los medios de entretenimiento atrofian la capacidad de entender porque producen imágenes del mundo perceptivo concreto y anulan los conceptos abstractos. No hay reflexión si no hay persistencia del material, pues la memoria de trabajo es efímera, de aquí la importancia histórica de la escritura.

El lenguaje abstracto, basado en la lógica y no en la simple percepción del mundo, permite el conocimiento analítico característico de la ciencia. La TV invierte esta evolución social e individual.

El tipo de aprendizaje propiciado por los medios de entretenimiento es diferente al que promueven los libros y la escuela. Lo cual resulta obvio: si el aprendizaje resulta de actividades, el tipo de actividades influye en el tipo de aprendizaje.

John Dewey afirmó que el contenido de una lección no es lo único importante del aprendizaje. En "Experiencia y educación" propone: Tal vez la mayor de las falacias pedagógicas sea la noción de que una persona aprende sólo lo que está estudiando. El aprendizaje colate-

ral, a través de la formación de actitudes es, a menudo, más importante que la lección de gramática o de geografía.

Las respuestas de los alumnos no llevan sólo a un disparatarario divertido, son manifestación del paradigma dominante en el pensamiento estudiantil: responde, no pienses. Semejante al que algunos investigadores proponen en son de broma (esperemos): publica, no pienses.

CONCLUSIONES

La maestría científica es la habilidad de expresarse claramente.

Abd-ar-Ramán Abu Zayd Ibn Muhamad Ibn Muhamad Ibn Jaldún (s. XVI)

El pensamiento científico se origina en las innovaciones de los presocráticos por el cambio del pensamiento mítico al lógico-empírico. Una de las razones de ese cambio está en la escritura. La escritura establece un tipo distinto de relación entre la palabra y su referente, una relación que es más general, más abstracta y menos vinculada con los individuos, el tiempo y el espacio específicos. La lógica, como discurso impersonal, sólo pudo surgir con la cultura escrita. Gracias a la escritura el saber de una generación pudo transmitirse a otra; fue entonces que el pasado humano pudo verse como una "realidad objetiva", y convertir el mito en historia.

Es tentador afirmar que la prensa, la radio, la televisión, y actualmente con internet, la educación a distancia, la enseñanza interactiva, etcétera, hayan modificado por sí mismas el paradigma

del conocimiento. Pero sí hay esfuerzos por encontrar soluciones tecnológicas ignorando las habilidades fundamentales del pensamiento científico: capacidad de atención, de jerarquización, de síntesis, memoria, comunicación, perseverancia e imaginación.

Es muy simplista afirmar que el lenguaje expresa o representa. No que sea falso... sino incompleto. El lenguaje es mucho más poderoso: el lenguaje estructura el pensamiento, categoriza nuestra interpretación de la realidad, y con ello "define" el paradigma del conocimiento del sujeto.

Bien afirmaba Wittgenstein: los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aris, Rutherford, H. Ted Davis, Roger H. Stuewer (compiladores), *Los resortes de la creatividad científica*. Fondo de Cultura Económica, México, 1989.
- Bottéro, Jean y otros. *Cultura, pensamiento, escritura*, Gedisa, Barcelona, 1985.
- Carnap, Rudolph *Fundamentación lógica de la física*, Sudamericana, Buenos Aires, 1969.
- Córdova F., José Luis et al. *La abuelita como recurso didáctico a partir de la problematización de situaciones cotidianas*. Educ. Química 16 [1], enero-marzo 2005.
- Corominas, J. *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*, Gredos, Madrid, 1987.
- Etcheverry, J. G. *La tragedia educativa*, Fondo de Cultura Económica, México, 1999.
- Gómez de Silva, Guido *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Española*,

- Fondo de Cultura Económica, México, 1989.
- García, Rolando, J. Piaget. *Psicogénesis e historia de la ciencia*, Editorial Siglo XXI, México, 1982.
- García, Rolando *El conocimiento en construcción*, Gedisa, Barcelona, 2000.
- Goody, Jack (compilador) *Cultura escrita en sociedades tradicionales*, Barcelona, Gedisa, 1996.
- Eisenberg, Werner *El Humanismo en la filosofía de la ciencia*, Universidad Nacional Autónoma de México, Seminario de problemas científicos y filosóficos. III/4, 1987.
- Jaynes, Julian, Cuatro hipótesis sobre el origen. *Ciencia y Desarrollo* Vol. XVII, Núm. 100, 1998.
- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, 1970.
- Kuhn, Thomas S. *La tensión esencial*, Fondo de Cultura Económica, México, 1982.
- Lakoff, George; Mark Johnson *Metáforas de la vida cotidiana*, Cátedra, Madrid, 1995.
- MacLure, P. D. *Aprender a pensar. Pensar en aprender*. Gedisa, Barcelona, 1998.
- Marais, Paul; FaanJordaan, Are we taking symbolic language for granted? *J. Chem.* vol.77, no. 10, pp. 1355-1357, 2000.
- Missika, Jean Louis *Los medios de comunicación y la percepción de la realidad*. Project no. 207. Programa Britannica Society – Informateca, 2000.
- Moorhouse, A. C. *Historia del alfabeto*, Fondo de Cultura Económica, Brevarios 160, México, 1995.
- Olson, D. *El mundo sobre el papel*, Gedisa, Barcelona, 1998.
- Pérez Cortés, Sergio *Cemanáhuac* 8. Nov., 1999.
- Planck, Max, *Autobiografía científica*. México, Seminario de problemas científicos y filosóficos, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1987.
- Resnikoff, H.L. y R. O. Wells Jr. *Mathematics in Civilization*. New York, Dover Publications, 1984.
- Rutherford, Aris *Resortes de la creatividad científica*, Fondo de Cultura Económica, México, 1989.