



UNA MIRADA ALTERNATIVA PARA EL CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA

Olympia Rosa Gary Pichón,
María Barandica M.,
María Mercedes Ayala

SOBRE EL SENTIDO DEL PROYECTO

Las bases sociales y culturales que han determinado y afianzado una manera de enseñar las ciencias han tenido su repercusión en la imagen de ciencia que tenemos, validándola desde diferentes espacios, acciones y mensajes y a la vez propiciando actitudes poco creativas, que se manifiestan a través de un conocimiento de la naturaleza fragmentado y reduccionista. La Naturaleza aparece entonces como algo creado y que merece ser descubierto; concepción que promueve en estudiantes y educadores una actitud pasiva frente a la Ciencia y, en particular, frente a la Biología.

Desde esta perspectiva tradicional el saber no se construye, sino que se reduce a un círculo de resultados, teorías, leyes... que en la

mayoría de los casos se asumen como objetivos y verdaderos, pues registra los grandes avances de la ciencia *en su natural ruta hacia el progreso*.

No es extraño en esta actitud, el establecimiento apriori de autoridades¹ en el ámbito del conocimiento, lo que ha imposibilitado la participación tanto de nosotros, educadores, como de nuestros estudiantes en el plano de la producción de conocimientos. De la situación anterior, se ha derivado como consecuencia la designación como erróneo de aquellas ideas que se han salido de los patrones establecidos como válidos: lo científico. Entonces, el papel del estudiante queda reducido al de receptáculo de una serie de informaciones instauradas como científicas y el del maestro al de mero transmisor de los saberes científicos; reduciendo el proceso educativo a la consecución de resultados fijos, determinados apriori, en el que se desconoce la dinámica particular que cada quien ha adelantado en su momento como sujeto cultural.

En contraste con el anterior panorama, las inquietudes surgidas en nuestra experiencia pedagógica y académica nos brindan una nueva perspectiva, desde la cual profesores y estudiantes nos constituimos en sujetos gestores de nuestro propio conocimiento.

Vista así, la ciencia la concebimos como una actividad de construcción de sentidos, significados y explicaciones. Por ende se constituye en una actividad con un carácter cultural e histórico; y su legado² se convierte en el referente que adquiere significación, en la medida en que logremos con intenciones y sentidos propios aproximarnos a él para que en el proceso de traducción a nuestros esquemas nos posibilite la elaboración de nuevos sentidos y significados y de esta manera, avanzar en nuestra construcción de naturaleza.

¹ los científicos, los textos, los investigadores...

² las obras de los científicos, teorías, etc. en fin, los productos de la actividad científica.

De aquí, que la historia de las ciencias se constituya en un eje fundamental a partir de la cual es posible allegar elementos, que dinamicen nuestra construcción de naturaleza y nuestra reflexión sobre los fundamentos de dicha construcción.



La historia de las ciencias, tal como nuestro equipo la percibe, no se reduce al uso como herramienta para la enseñanza; por el contrario, nos distanciamos de esa tendencia en lo que hace referencia a la forma como se suele asumir el carácter histórico de las ciencias, pues la relevancia que le asignamos a ésta radica, precisamente, en los procesos de significación y de construcción de sentidos que pueden ser generados en el diálogo establecido con el pasado, en el que están presentes nuestros propios intereses y concepciones.

De esta manera, se propicia la elaboración de rutas conceptuales alternativas en el campo de la enseñanza de las ciencias, en las que se da cabida a un pluralismo a nivel de compromisos culturales o acciones ideológicas muy nuestros. Ahora bien, si se tiene en cuenta esta multiplicidad de alternativas disciplinares, simultáneamente podríamos tener también un pluralismo de acciones pedagógicas o de estrategias de aula que apunten a la construcción de sentidos culturales. Desde esta perspectiva, el ámbito del aula se constituye ante todo en un espacio de negociación de significados, haciendo posible, a través de esta vivencia, que tanto profesores como estudiantes generemos compromisos que redunden en acciones dinamizadoras de los contextos socio-culturales de los que hacemos parte.

SOBRE LA ESTRUCTURACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

Con el propósito de avanzar en la concreción de esta perspectiva, se seleccionaron dos temáticas que suelen ser abordadas en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico: 1) la clasificación de los seres vivos y 2) la respiración; temáticas en torno a las cuales se desarrolla este proyecto específico. El asumir la ciencia y la enseñanza de las ciencias en la perspectiva anteriormente planteada, nos ha llevado a realizar un trabajo de reflexión conceptual centrado en estas temáticas, buscando con ello posibilitarnos la construcción de nuevos sentidos para las mismas y en esa medida, propiciar en el aula dinámicas de construcción de sentidos y significados en torno a los seres vivos.

Pero ello ha implicado en primera medida cuestionar y transformar la imagen que teníamos y que usualmente se tiene de la Biología, así como repensar el sentido y las posibilidades de la enseñanza de las ciencias en la educación básica.

La *biología* suele ser presentada en el ámbito escolar como una disciplina esencialmente descriptiva; pareciera que todas las aseveraciones que hacen los biólogos pudieran ser objeto de constatación y de observación directa; la célula, por ejemplo, es asumida como un ente existente que puede ser observado a través de un microscopio. Afinar la observación y desarrollar instrumental técnico para este efecto es al parecer una exigencia de la disciplina biológica. Y se observa lo que supuestamente existe, independientemente de nosotros mismos. Vista así la *biología*, parece ser una actividad que pone al descubierto, mediante una observación cada vez más fina los rasgos característicos de los seres vivos; lo que perfila una manera peculiar de asumir el conocimiento: conocer la diversidad in-

volucrada en el mundo de lo vivo implica conocer cada forma o cada cosa, considerada aisladamente, enfocándola en su detalle y singularidad. Así, la *biología* se nos presenta como una actividad en la que pareciera no haber espacio para la pregunta, para los problemas, para los supuestos, para los compromisos, para la conceptualización y para la teorización; en fin para la actividad cognitiva humana.

Esta imagen de la biología que se difunde en el ámbito escolar, queda seriamente cuestionada cuando se tiene acceso a los escritos de los pensadores que han contribuido en el desarrollo del pensamiento biológico y a la consolidación de esta disciplina. Y es porque cuando se accede a ellos, los problemas, las preguntas, las respuestas y los puntos de vista comienzan a surgir. En este sentido es legítimo preguntarse por qué se difunde entonces esta imagen de una biología completamente *realista* que no da espacio a las preguntas, ni a la comprensión de lo vivo, y que promueve en los individuos únicamente una actitud de subordinación y de aceptación frente a los dictámenes formulados por otros, los científicos, a los que se les considera como unos sujetos especiales que han logrado, no se sabe cómo, captar ciertos rasgos de la realidad.

Dos factores influyen -a nuestro parecer- de manera muy significativa en la difusión de dicha imagen, y si bien se mencionan separadamente están íntimamente ligados. De una parte, la percepción que usualmente se tiene del papel de la escuela, en general, y de la labor del maestro de ciencias en particular; percepción que es compartida por el mismo maestro de ciencias: transmitir un saber, producido por otros, que se asume como absolutamente verdadero en cuanto se considera que corresponde a la realidad tal cual es. De otra parte, la relevancia que tiene el texto -el manual de enseñanza- en la actividad docente. En el contexto escolar los textos se consti-



tuyen en el medio *oficial* de acceso a la ciencia. En su propósito central de difundir y facilitar el acceso a los hallazgos científicos, se busca empaquetar la mayor cantidad de información posible de una manera que resulte ascequible, *recordable*. Y en el cumplimiento de este propósito los textos difunden una imagen deshumanizante y apromblemática de la ciencia: la ciencia como un corpus que resume de manera ordenada los descubrimientos que los científicos han hecho sobre lo que es el universo, la naturaleza y lo que somos nosotros mismos.

Ahora bien, la consideración de la ciencia y del conocimiento como una actividad de organización y de ampliación de la experiencia, de construcción de nuevos sentidos y significados, y la interpretación que hemos efectuado de escritos de Aristóteles, Lavoisier, Linneo, Cuvier, y de algunos escritos de historiadores y filósofos en torno a la obra de estos pensadores, nos ha permitido elaborar nuevos contextos de significación de las temáticas: clasificación de los seres vivos y respiración; y transformarlas en dos ejes problemáticos para la enseñanza de las ciencias naturales y para la enseñanza de la biología, que se pueden resumir a grandes rasgos así: 1) La clasificación: ¿un orden establecido o una estrategia en la comprensión de los seres vivos? y 2) La respiración: examinando la relación entre materia inerte y lo vivo.

Fruto de nuestra reflexión sobre la biología y la ciencia y del diálogo establecido con los pensadores anteriormente mencionados, además a partir de nuestros intereses pedagógicos y concepciones, son los artículos que aparecen en la primera parte del documento:

- La clasificación: ¿un orden establecido o una estrategia en la comprensión de los seres vivos?.
- La Naturaleza de lo vivo: Una reflexión pedagógica y disciplinar.

En estos artículos se sintetiza el análisis conceptual realizado en torno a las temáticas seleccionadas como centrales para el desarrollo de este proyecto, se presentan los nuevos contextos de significación de las mismas y se plantean los ejes de problematización de éstas.

Tal trabajo de elaboración conceptual en torno a la biología, nos ha posibilitado, paralelamente, avanzar en nuestra reflexión sobre la problemática de la enseñanza de las ciencias en los niveles básicos.

Dos propósitos se suelen asignar a la enseñanza de las ciencias en la educación básica: 1) el desarrollo de habilidades en el estudiante con miras a posibilitarles el acceso al conocimiento científico y a sus métodos, y el fomento de actitudes relacionadas, en general, con valores ecológicos; y 2) la familiarización con los saberes científicos. Es así como en los primeros niveles, teniendo como base una referencia *vaga* de estudios sobre la sicología del desarrollo del niño, muchos maestros orientan su acción pedagógica al desarrollo de ciertas destrezas, habilidades y actitudes en el niño. Entre tanto, en los niveles superiores el énfasis se desplaza a la familiarización con los saberes científicos, siendo los biológicos un centro de esta actividad. Con estos propósitos ha venido surgiendo un despliegue de metodologías y técnicas para *enseñar mejor*; muchas de las cuales, que se fundamentan en la lúdica y en la consigna de que el niño aprende haciendo, han buscado darles a las clases de ciencias una connotación recreativa.

Sin desconocer el valor y el impacto que tales desarrollos metodológicos tienen en la actividad realizada en el aula de clase y en los

sujetos involucrados, nos interesa llamar la atención sobre el gran ausente en las clases de ciencias y en gran parte de los esfuerzos innovativos: la comprensión del mundo, de la naturaleza y de nosotros mismos, o, en otras palabras, la actividad de conocer. Porque saber ciertos términos científicos e incluso hacer un uso *adecuado* de conceptos y leyes, no significa estar involucrado en la actividad de conocer el mundo. La carencia de problemas por parte de los maestros de ciencias, de preguntas, de inquietudes, en torno al mundo y el exceso de respuestas a preguntas que desconoce, hace de la clase de ciencias un espacio inhóspito para la actividad de conocer, que elimina poco a poco, el natural deseo de comprender de los niños y jóvenes.

Hacer de la clase de ciencias un espacio para la actividad de conocer, donde sea posible la pregunta y el planteamiento de problemas significativos para el grupo involucrado, los intentos de respuesta y su discusión -tanto para maestros como para estudiantes- y la generación de condiciones para el establecimiento de un diálogo con diversos pensadores a través de sus planteamientos, ha sido nuestro propósito al elaborar lo que hemos denominado *umbrales*; destinados unos a estudiantes de grado primero y grado octavo y otros a profesores y que aparecen en la segunda parte de este documento:

- Construyendo significados en torno a la unidad y a la diversidad:
El cuaderno viajero de Simón
- Construyendo significados en torno a la unidad y a la diversidad:
Umbral del profesor para acompañar el cuaderno viajero de Simón
- Construyendo significados en torno a lo vivo

- Construyendo significados en torno a lo vivo: Umbral de profesor

Los umbrales son estrategias metodológico-conceptuales, a manera de talleres o módulos que hemos elaborado a partir de las interpretaciones de los escritos de los pensadores arriba mencionados y de nuestra experiencia pedagógica. El propósito de esta estrategia es promover en maestros y alumnos la construcción de nuevas situaciones problemáticas, cuestionamientos y percepciones en torno a la naturaleza y en torno a sí mismos. Los umbrales no buscan mostrar las verdades que han sido establecidas, ni convertirse en un recetario de actividades para que los profesores hagan uso en sus clases de ciencia; pero si buscan problematizar tanto a los maestros como a los estudiantes, constituyéndose de esta forma en un eje generador de nuevas alternativas para el abordaje del conocimiento de la naturaleza.

Es importante anotar que los umbrales son siempre susceptibles de cambios; siendo una de sus fuentes las reflexiones surgidas en el trabajo de aula y de la puesta en común de las experiencias con otros docentes. De modo que con los umbrales nos proponemos, ante todo, constituir ejes dinamizadores del proceso de construcción de sentidos y significados, en torno a la naturaleza y de esta manera del proceso de comprensión de ésta.

En síntesis, el trabajo realizado a lo largo del desarrollo de este proyecto nos ha permitido dejar de estar anclados a las temáticas que se suelen designar para las clases de ciencias naturales y de biología en la educación básica, y visualizar nuevas temáticas-problema que podrían ser de gran significación e interés para los niños y adolescentes de estos niveles del sistema escolar: la sexualidad en los seres vivos, las adaptaciones de los seres vivos, los comportamientos y acciones de los animales, la organización dentro del ser



vivo. La fundamentación y desarrollo de las mismas podrían ser el objeto de nuevas etapas de este proyecto.

Ahora bien, por cuanto consideramos que la transformación de las prácticas de la enseñanza al igual que de toda práctica educativa, al significar un cambio cultural, requiere la participación activa y autónoma de los sujetos involucrados y en especial de los maestros, la generación de espacios de socialización y de debate de los trabajos y experiencias de los maestros provee -a nuestro parecer- condiciones significativas para dicha transformación. En este sentido, como parte del desarrollo del proyecto se organizaron y realizaron dos encuentros de maestros en los que se efectuaron, como una de las actividades propuestas, sendos talleres en torno a nuestra propuesta³.

Con dichos eventos, que tuvieron la peculiaridad de ser organizados por maestros para los maestros y que contaron con una gran acogida por lo mismos, tanto en la participación con presentación de trabajos como en asistencia, se pretendía, además de ampliar el espacio de discusión de los umbrales y del proyecto en general y en esa medida enriquecerlos, generar dinámicas de trabajo y propiciar momentos de encuentro de los profesores de las zonas en las que se encuentran los colegios *Liceo Nacional Magdalena Ortega* de Nariño y *Gimnasio Campestre*; buscando con ello contribuir a la constitución y fortalecimiento de grupos de trabajo en torno a la problemática de la enseñanza de las ciencias en dichas zonas. A ma-

³ Cfr. Tercera parte de éste documento: *Primer Encuentro de Docentes, Localidad 10: "Experiencias en Ciencia y Tecnología, Liceo Nacional Magdalena Ortega de Nariño, Abril 30 de 1997 y, I Encuentro de experiencias pedagógicas sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales, Gimnasio Campestre, Mayo 27 de 1997*. Se presentan los objetivos, programación, asistentes y algunos comentarios sobre estos eventos.

nera de conclusión de los dos eventos, los profesores de las dos instituciones -*Colegio Distrital Miguel Antonio Caro* y *Gimnasio Femenino*- se comprometieron a organizar y llevar a cabo sendos eventos el próximo año.

A continuación presentamos los artículos elaborados durante el desarrollo de esta investigación, éstos compendian las reflexiones disciplinares y pedagógicas alrededor de las problemáticas planteadas al iniciar este proyecto.

LA CLASIFICACION: ¿ UN ORDEN ESTABLECIDO O UNA ESTRATEGIA EN LA COMPRESION DE LOS SERES VIVOS?

María Isabel Barandica M.

Asumir los seres vivos como objeto de estudio, plantea un gran problema porque el mundo vivo se manifiesta a través de formas diversas, de múltiples estructuras y de una gran variedad de acciones y comportamientos. ¿Cómo conocer entonces ante tal diversidad? ¿Cómo comprender lo diverso?

Conocer, comprender la diversidad, genera otro tipo de preguntas que se encuentran interrelacionadas con las anteriores y que tienen que ver con ¿qué conocer de todo esto? De alguna manera, nuestro sentido común nos indica que prácticamente es imposible conocer toda la diversidad, abarcarla toda en su especificidad, en su detalle; pero, también nos dice que de eso podemos conocer lo más importante, lo que de alguna forma nos permite tener un panorama de tal diversidad, en nuestro caso, de los seres vivos.

Generalmente, cuando enfrentamos en nuestra cotidianidad problemas relacionados con lo diverso, lo hacemos a través del orden. Pensamos que definitivamente el orden es lo que nos posibilita conocer tantas cosas, así que asumimos que para relacionarnos con la variedad lo que debemos hacer es ordenar. Creemos que en el caos y el desorden nadie conoce, ni puede saber nada, es más ni puede ubicarse a sí mismo. Creemos, pues, que conocer lo diverso no im-

plica conocer cada forma o cada cosa enfocándola en su detalle y aisladamente. El orden posibilita tener un bagaje de todo, abarcar de un modo completo las diversas formas existentes, y, por otra parte, nos permite identificar y dar cuenta de cada forma específica.

Más aún, suponemos que vivimos en un mundo ordenado, que la naturaleza en sus manifestaciones particulares revela un orden; orden que hay que develar y comprender. Comprender el orden existente entre los seres vivos parece ser la única forma de que disponemos para comprender el mundo de lo vivo. Sin embargo, surge la pregunta ¿ese orden que le atribuimos al mundo de lo vivo, es de ese mundo como tal, independientemente de nuestra actividad de conocer y comprender? Si es así ¿cómo explicar esa coincidencia entre la naturaleza y nuestras formas de entendimiento? O acaso, ese orden atribuido al mundo de lo vivo revela más bien un rasgo de nuestras formas de comprender y nos remite no a las cosas como dadas en sí, sino a las formas y principios que guían, que están a la base de nuestra comprensión y entendimiento de las cosas. Visto así, el orden es ante todo una condición de nuestro entendimiento, una condición para hacer inteligible las cosas, el mundo, y es por ello que terminamos atribuyéndole el orden al mundo como tal: si el mundo es comprensible e inteligible ha de ser entonces necesariamente ordenado.

Pero ¿Qué significa, en qué se sustenta el orden en el marco de lo diverso? Aquí queremos distinguirlo de otra forma de ordenación: de la ordenación de los acontecimientos en el tiempo, que hace del principio de causalidad su sustento y que inspira nuestra profunda convicción de que los cambios de la naturaleza se suceden conforme a leyes. El orden en el marco de lo diverso nos remite necesariamente, a nuestro parecer, al problema de la relación entre el todo y las partes. Detrás de ese caos aparente, de formas tan diversas

suponemos una unidad, una estructura, o un todo de tal índole que determina la naturaleza y las cualidades de sus partes.

La relación unidad-diversidad recoge las relaciones parte-todo y semejanza-diferencia, ya que para comprender la diversidad, problemática de la biología partimos de la diferenciación de los seres, teniendo como base una idea de unidad, explícita con la certeza de la existencia de semejanzas en lo que se nos aparece como diferente. En ese esfuerzo por evidenciar la unidad se pone en juego la relación todo-partes. La manera como establezcamos estas relaciones, determina en gran medida la ordenación que hagamos de la diversidad del mundo de lo vivo y por ende, la comprensión que tengamos de él. La forma que adopta este tipo de relaciones podemos apreciarla en las clasificaciones de los seres vivos, que se han realizado a lo largo de la historia de la biología.

Considerando que comprender lo diverso es la actividad de construir una forma de ordenar tal diversidad y que tal forma implica decisiones sobre la manera de relacionar la unidad y la diversidad, así como la parte y el todo, examinaremos en lo que sigue cómo esta actividad de ordenación suele ser planteada en el contexto escolar; analizaremos luego las formas de clasificar seres vivos elaboradas por Linneo y Cuvier, destacando la comprensión de lo vivo que subyace a las mismas y la manera como se resuelven en ellas las relaciones de unidad-diversidad y partes-todo; por último haremos algunas consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias en los primeros niveles de la educación básica, mostrando la posibilidad de superar la noción de aprestamiento como eje de la acción pedagógica en estos niveles y de hacer del conocimiento, asumido como actividad, el centro del trabajo en el aula.

LA ORDENACIÓN VISTA DESDE LA ENSEÑANZA TRADICIONAL DE LA BIOLOGÍA

La manera como se abordan los cursos de Biología, en los que se forman los maestros, propician el establecimiento de concepciones que presentan al conocimiento como un proceso que requiere pasos previos, destacándose en este procedimiento la habilidad para ordenar cosas. Dentro de esta perspectiva, ordenar es una rutina a través de la cual ponemos a la diversidad en condiciones de ser conocida; sin que en sí misma se constituya en una actividad de comprensión de aquello que se ordena.

Esta mirada del orden es reforzada por los ejercicios propuestos desde los textos, mediante actividades en las que se nos induce a clasificar, ordenar, y a organizar siguiendo reglas y ciertos criterios preestablecidos, que no son objeto de discusión y reflexión. Los ejercicios más que clasificaciones u ordenaciones son pruebas de seguimiento de instrucciones, que nos permiten ubicar las cosas en el lugar, las taxas que les corresponde. Y aquí aparece otro rasgo predominante de este trabajo taxonómico que se da al interior de los cursos de Biología: esa manera particular de clasificar, en la cual el estudiante se entrena revela el orden en que tales seres están en la naturaleza. De alguna forma, se asume que la naturaleza está ordenada, que ese orden ya ha sido develado y registrado, por tanto lo que hacemos en los cursos de biología es repetir y mecanizar los sistemas que muestran este orden. Desde aquí, las clasificaciones que se enseñan proyectan una imagen de la naturaleza que parece acomodarse a ellas y en este sentido, uno tiene sólo una opción: seguir utilizando las claves y seguir ordenando a los seres de esta manera.

Este trabajo técnico le permite al estudiante desarrollar una habilidad en la búsqueda del detalle y de la diferenciación per se; se plan-

tea, así, una ruta en donde conocer lo diverso implica conocer cada forma o cada cosa enfocándola en su detalle y singularidad, asumiéndola aisladamente. Una actividad tal- como ya se ha dicho- requiere partir de la consideración de unas taxas y unas claves taxonómicas, es decir, de una forma de clasificar preestablecida que se asume como válida; el hecho de que la determinación de la forma de clasificar u ordenar se ubique por fuera del ámbito del conocimiento del mundo de lo vivo, reduciendo la actividad de conocer a la de localizar las formas vivas particulares en las taxas correspondientes, elimina la posibilidad de comprender lo vivo.

Dado el papel que se le asigna a la clasificación desde esta perspectiva y teniendo en cuenta las exigencias del trabajo taxonómico y el nivel de desarrollo de los niños, la enseñanza de las ciencias en los primeros niveles se orienta al desarrollo de la habilidad de ordenar y de clasificar, enfatizando en los aspectos formales de esta actividad. Se seleccionan objetos que tengan una cierta característica común⁴, se enuncia o se hace caer en cuenta a los niños de las diferencias de esta característica⁵ en los objetos en cuestión y luego se les pide que agrupen los semejantes; estableciendo, así, una partición del conjunto inicial en subconjuntos disyuntos, aspecto que se enfatiza. Posteriormente, el trabajo se extiende al arte de agrupar teniendo en cuenta varias características, aumentando el nivel de exigencia para la clasificación y con ello un mayor desarrollo en la habilidad de clasificar. A esto se reduce, en general, el trabajo que se desarrolla en los primeros niveles a este respecto. La determinación de las características relevantes y su pertinencia, y con ello el análisis de los criterios de clasificación, no son abordados; lo que termina dando a la clasificación un carácter mecánico y arbitrario, desligándola de la actividad de conocer las cosas que se organizan de esta manera. En este proceso no hay espacio para las preguntas,

⁴ color, tamaño, forma, etc.

⁵ diferencia de colores, o de tamaños, o diferencia de formas

ni para los cuestionamientos, lo que cuenta es la habilidad que se adquiriera para ordenar como autómatas, lo importante es seguir las reglas que ya fueron establecidas para encontrar el orden.

Entretanto, en los cursos de ciencias de niveles superiores de la educación básica, centrados en la biología, y con el supuesto de que el estudiante ya ha desarrollado una capacidad lógica para clasificar cualquier conjunto de objetos o entes, se enfatiza en el manejo adecuado de la terminología científica, producto de la actividad de clasificar seres vivos y en el carácter natural de dichas clasificaciones.

LA ORDENACIÓN COMO MANERA DE COMPRENDER LO VIVO: LOS TRABAJOS DE LINNEO Y CUVIER.

La Forma Linneana de Clasificar lo Vivo

La clasificación de las plantas realizadas por Linneo se fundamenta en el estudio de las flores. ¿Por qué las flores? ¿Qué le significa a Linneo, la flor? ¿Por qué basar la organización de las plantas en el estudio de las flores? Son las preguntas que se pueden formular en torno a la clasificación linneana, cuando se parte del supuesto de que la elaboración de una forma de clasificar u ordenar la diversidad de los seres vivos, implica necesariamente una comprensión de éstas. El trabajo riguroso realizado por Linneo nos permite suponer que la flor como objeto de estudio no fue tomado a priori; la manera como ésta es estudiada manifiesta la importancia que parece se le atribuye dentro de la planta. Ahora bien, ¿en qué radica su importancia? Para responder esta pregunta es necesario que pensemos en una planta, y nos preguntemos sobre los aspectos que la caracterizan y nos permiten ubicarla como un ser vivo. Podríamos dar múltiples respuestas a esta pregunta, sin embargo en una pri-



mera aproximación podríamos caracterizarlas a partir de tres aspectos: el crecimiento, la nutrición y la reproducción. Así, las partes relacionadas con estos aspectos adquieren importancia al encontrarse conectadas con la vitalidad de la planta. El tallo, la raíz y la flor se destacarían como partes importantes dentro de la planta, por tanto, merecen ser estudiadas y analizadas en su totalidad.

La flor es el inicio de la ruta hacia el conocimiento de la planta, su estudio revelaría de alguna forma la manera como la naturaleza funciona, lo que permite allegar elementos en la comprensión de los seres vivos; más que la flor en sí misma, se trata de estudiar lo que ésta encierra, su relación con la reproducción o más precisamente con la sexualidad, un aspecto destacado en la mayoría de los seres vivos.

Desde aquí, el estudio de la flor es significativo y a partir de éste, Linneo inicia su trabajo hacia la conocimiento de las plantas. El procedimiento seguido por él pone en evidencia la manera como concibe la totalidad, y por ende su forma de comprender la relación todo-partes. El todo se asume como un conglomerado de partes aisladas, una combinación de partes desconectadas. De modo que el procedimiento lógico para comprender la totalidad es estudiar cada parte separadamente, así la información obtenida a partir del estudio de cada una de las partes nos da la totalidad.

Por otro lado, el estudio de las partes en forma aislada requiere un procedimiento similar; la parte, y en este caso específico, la flor, se convierte en un todo que puede estudiarse a partir de la separación de las partes que la conforman. Como consecuencia, determina las

partes relevantes de la flor, relevancia dada por su conexión con la sexualidad; constituyéndose éstas en las partes que merecen ser estudiadas en detalle. Es así, como los órganos sexuales de la planta son determinados y caracterizados: estambres, órganos masculinos, pistilo, órgano femenino. Determinación que, lejos de ser obvia, expresa una manera de concebir la sexualidad en las plantas, en particular, y de los seres vivos en general. Tal determinación, destaca el carácter complementario de la sexualidad y el hermafroditismo como la característica peculiar de la sexualidad vegetal.

Basado en la forma, tamaño, disposición dentro de la flor, número y presencia de los órganos masculinos organiza las plantas en 23 grupos y constituye el grupo 24 con las plantas que carecen de flores; configurándose las 24 clases que conocemos por medio de los textos.

Ahora bien, si nos remitimos a la manera como posiblemente Linneo comprendía la totalidad, vemos como este trabajo dispendioso y riguroso sólo se constituía en el inicio de su trabajo de organización, no en la culminación de éste; y queremos resaltar este aspecto, porque la mirada que tenemos de la clasificación linneana apunta a la idea de finalización de la ordenación. De alguna forma, Linneo es consciente de que esta ordenación tomando como base la flor, sólo le da un estudio parcial de la totalidad del ser en particular y de las plantas en general; tal organización es apenas un *diagnóstico* de la manera bajo la cual las plantas se encuentran organizadas. Él piensa que para organizar a las plantas de una forma natural, debe realizar un trabajo similar con las otras partes de la planta que desde su perspectiva son importantes. Establecer una clasificación en la que se tuvieran en cuenta estas diferentes partes de las plantas y las partes relevantes de éstas, revelaría el orden en que éstas se encuentran dispuestas en la naturaleza.

La Forma de clasificar lo vivo elaborada por Cuvier

Si bien, Cuvier lo mismo que Linneo se detiene en los aspectos morfológicos de los seres vivos, difieren en la manera de asumir su estudio y en la manera de concebir y comprender la totalidad. Al centrar Cuvier su atención en el estudio de la morfología de los seres vivos, de alguna manera concibe la estructura como el producto de un proceso vital. Desde esta perspectiva, los aspectos relacionados con la estructura adquieren importancia al manifestar las expresiones fisiológicas involucradas con los procesos que caracterizan y mantienen la vida.

De otra parte, lo estructural proporciona una mirada hacia la comprensión de la totalidad de los seres vivos, mediante la cual es posible dar cuenta de la particularidad de cada ser.

Cuvier ve en la estructura correlaciones de partes que convergen en un fin común: “todo ser se halla completamente articulado; no es una combinación fortuita de partes, sino una conexión que lleva implícito un tipo peculiar de necesidad”.

Dentro de esta manera de asumir la totalidad, el órgano es importante no por lo que es en sí mismo, o por las propiedades invisibles que esconde, sino por las relaciones que se pueden percibir en él, relaciones que involucran lo morfológico y lo fisiológico, permitiendo el desencadenamiento de los efectos que posibilitan la vida.

Estudiar estos efectos nos remite a las funciones o a los aspectos que caracterizan a un ser como un ser vivo; por otra parte, permiten organizar a los seres tomando como base los aspectos que los hacen semejantes, evidenciando de esta forma relaciones de semejanza entre seres visiblemente muy diferentes.

La anatomía comparada se convierte en una estrategia a través de la cual se lleva a cabo la búsqueda de este tipo de semejanzas; por ejemplo, con respecto a la respiración, proceso que se realiza a través de órganos muy variados en su estructura -pulmones, branquias, estómagos-, la semejanza se establece en razón a la función que las estructuras realizan: la de servir para respirar. Las diferencias de las partes que conforman una estructura determinada responden a la organización que un ser vivo particular necesita para desempeñar los procesos vitales. Es así como la forma de los dientes de una vaca, en la que encontramos muchos molares y dientes cuadrados está relacionada con el largo del tracto digestivo, con la presencia de cuatro estómagos, con las patas terminadas en cascos, con el tipo de alimento que ingiere, etc. Los animales que nacen vivos, es decir, que su reproducción es vivípara, necesitan órganos especiales para la lactancia; lo que implica que éstos tengan labios, lengua carnosa, y, por otra parte, esto también está relacionado con la presencia de sangre caliente y con la biauricularidad del corazón.

Pensar en correlaciones entre los órganos o entre las partes nos lleva a asumir cierta interdependencia entre los mismos, concibiéndolos con grados de importancia o jerarquizados en ciertos rangos. Lo que permite suponer la existencia de un sistema que subordine otros órganos; que de cierta manera defina las funciones importantes, distribuya los órganos en lugares privilegiados del cuerpo y determine las estructuras que le permitan al ser vivo mantenerse vivo.

Esto se lleva a cabo a partir de planes de organización que son ejecutados o concretados por un sistema que organiza a las otras partes, implementando de esta manera el plan y, en consecuencia, determinando a los seres vivos de forma particular.

Inicialmente, Cuvier consideró que la circulación de la sangre desempeñaba este papel dentro de los animales: de alguna forma es-

tudiar la circulación permitía tener un conocimiento de todo el ser; sin embargo, esta es una característica que no encontramos en todos los animales, de allí que Cuvier indague en otros sistemas. Es así como más tarde, asume que el sistema nervioso es el encargado de organizar los órganos del cuerpo y de posibilitar el funcionamiento del animal.⁶

Por esta razón, las clasificaciones realizadas por Cuvier parecen dar mucha importancia a la presencia de columna vertebral o a su ausencia; sin embargo, la importancia no está dada a la columna en sí misma, sino lo que ella encierra: el sistema nervioso y la organización del ser vivo. Estudiar el sistema nervioso implica estudiar todas las partes que conforman el animal, lo que proporciona una mirada sobre la totalidad del ser de manera particular, pero que además allega elementos que permiten abarcar a los animales en general.

A través de las funciones que manifiestan ese principio organizador se establecen puntos comunes entre los seres vivos, dándoles cierta unidad que posibilita disponer a los seres a manera de ramificaciones, proporcionando un plano general de los seres vivos en los que se muestra su organización, y una forma de comprenderlos desde su unidad y diversidad.

Resulta interesante hacer un paralelo entre las formas de ordenación de lo vivo elaboradas por Linneo y Cuvier. Tanto el uno como el otro tienen la pretensión de mostrar la particularidad de los seres vivos y abordar a la vez la generalidad de los mismos, al buscar tipificar al ser vivo de manera genérica. En ese proceso determinan lo común en torno a las manifestaciones de vida y a partir de ello se especifican las partes de los seres relacionadas con éstas y se entra al examen de los aspectos morfológicos; se podría decir

⁶ Foucault, M., *Las palabras y las cosas*, capítulo.

que establecen un tránsito de lo vital a lo fisiológico y de lo fisiológico a lo morfológico.

Lo vivo se tipifica con lo común, estando lo común no referido a la forma sino al funcionamiento, a la expresiones de vida, caracterizar lo vivo implica detenerse en su actividad. Se podría decir que tanto Linneo como Cuvier enfatizaron en las funciones del ser vivo; pero, mientras Linneo las adopta como la base de explicación del ser vivo, Cuvier va más allá: ve en las funciones la manifestación de una organización, y por lo tanto las ve conectadas; por eso trata de buscar un sistema que encarne esa organización, esa íntima conexión entre las funciones; en contraste Linneo las asume como yuxtapuestas, donde no es posible establecer grados de importancia.



Ambos, Linneo y Cuvier, consideran que las funciones son desarrolladas por ciertas partes del ser vivo, que requieren ser identificadas y estudiadas. Pero, mientras que para Cuvier, la forma de esa parte responde a una necesidad: la forma, ubicación, etc. que tiene es la apropiada para realizar la función en ciertas condiciones; en Linneo simplemente es dada. La conexión entre las funciones, concebida por Cuvier, implica la conexión entre órganos o entre partes; por eso las formas de las partes de un ser particular deben tener características precisas, de ahí que una parte puede dar cuenta de la totalidad del ser. Al concebir Linneo las funciones yuxtapuestas, también concibe las partes de esta manera, requieren ser todas descritas para dar cuenta del ser.

UNA REFLEXIÓN SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LOS PRIMEROS NIVELES

La forma como tradicionalmente se asume de la enseñanza las ciencias, otorga al niño un papel pasivo, en el que se subvaloran sus capacidades y se descartan sus inquietudes y cuestionamientos. Es así como el aprestamiento del niño, suele ser asumido como el eje de la acción pedagógica -desarrollo de habilidades, de formas de comportamiento, etc.- y la familiarización con ciertos términos, la única relación que se establece intencionalmente con el conocimiento.

La curiosidad, el deseo insaciable por conocer razones que le ayuden a contestarse preguntas del tipo ¿Cómo pudo ser eso? ¿Qué significa eso?, evidencian la búsqueda del niño de sentidos que le permitan justificar sus percepciones y comprender un mundo, cuyos significados quiere entender.

Con esta intención, los niños actúan sobre el mundo, experimentan, inventan, crean y con sus preguntas pretenden dar sentido a lo que lo confunde. Esta preocupación y deseo de comprender lo que ocurre, lleva a los niños a poner en juego sus estrategias de conocimiento, sus formas de conocer y expresarlas en sus conversaciones y dibujos alrededor de una problemática planteada.

Con el propósito de proveer un espacio para la actividad de conocer y comprender el mundo, y de indagar sobre las estrategias utilizadas por los niños en el conocimiento de las manifestaciones de los seres vivos, se diseñaron algunas actividades que tienen como eje estructurante las relaciones unidad-diversidad, partes-todo, semejanza-diferencia, dado el papel central que estas juegan en la comprensión del mundo vivo.

Analizando, grosso modo, las maneras en que algunos niños conciben las relaciones partes-todo encontramos dos posiciones: 1) se asume que las partes dan cuenta del todo, de alguna manera se piensa que las partes que forman a un ser vivo son exclusivas y sólo pueden pertenecer a ese ser, lo que permite reconocer el todo; 2) Las partes no dan la información necesaria del ser al cual pertenecen, estas pueden yuxtaponerse unas con otras, la totalidad del ser está dada por la suma de sus partes, es su unión la que forma al ser y sólo se puede dar cuenta de un ser con el estudio del ser desde su totalidad. Por ejemplo, ante la pregunta: puede existir un animal mitad vaca, mitad tigre, como lo imaginas, hay niños que no encuentran problemas en hablar de una animal con la cabeza de una vaca y el cuerpo de un tigre, o viceversa, con la cabeza de un tigre y el cuerpo de una vaca; otros, por el contrario, no pueden pensar en una animal de estas características porque las partes de la vaca sólo pertenecen a la vaca y las del tigre al tigre; así que piensan que la solución al problema es un animal que comparta características que posean las vacas y los tigres, es así como los leopardos al tener manchas parecidas a las de algunas vacas y las de los tigres son la solución a este problema; además, consideran que un animal es por sus partes, importa poco que actúe como otro ser vivo, el es lo que es, por lo que posee. *Un gato, es gato porque tiene cabeza de gato, cola, patas, bigotes.. no importa que no coma ratones o no cace pájaros, él es un gato.*

Estas formas de asumir la relación partes todo evidencian una idea de unidad; hay niños que manejan una idea muy particular de unidad, en donde unidad se refiere a tener lo mismo, de este modo, los animales son concebidos con las partes del hombre, es así como todos tienen corazón o cerebro; sin embargo, la unidad también da cabida a la diferenciación, porque estas partes son diferentes. A partir de esta idea, la búsqueda de semejanzas y parecidos adque-

re sentido; de alguna forma al buscar semejanzas en lo que se aparece diferente refuerza la concepción de unidad validándola de manera implícita: *todos los animales tienen huellas, y las huellas son diferentes, pero todas las de los mismos se parecen, las huellas de todos los perros se parecen, pero son diferentes de otros animales*. Por otra parte, pueden manifestar otro problema: ¿Si todas las conchas son diferentes, por qué les decimos a todas conchas?

Algunos niños, para dar cuenta de muchos seres al mismo tiempo, recurren a enumerar los animales, en este proceso pueden optar al empezar por el más fácil, el más difícil según su parecer o por el que más les gusta. Otros, forman grupos con los animales que se parecen y ordenan estos grupos por el tamaño o el número de partes de los animales. De una o de otra manera, ya sea enumerando seres particulares o formando grupos con ellos, los niños utilizan como estrategia de conocimiento: ordenar. Los criterios que se asumen en este proceso de ordenación están referidos a sus gustos, afinidades, cantidad de partes, y algunas características morfológicas.

Retomando el contexto de la enseñanza de las ciencias en los primeros niveles, podríamos destacar la importancia de aquellas actividades que les den la oportunidad a los niños de enfrentar problemas relacionados con el conocimiento de la diversidad, que posibiliten la explicitación de las formas de asumir las relaciones: partes-todo, semejanza-diferencia, unidad-diversidad; constituyéndose en una de las maneras de expresar sus percepciones y en una estrategia para la construcción de una gran variedad de significados en torno a su experiencia.

LA NATURALEZA DE LO VIVO: UNA REFLEXIÓN PEDAGÓGICA Y DISCIPLINAR

Olympia Gary P.

“Dejad que el espíritu averigüe cuanto quiera, pues llegará a saber más de lo que las cosas tienen de cognoscible por los sentidos”

Muller

Comoquiera, que el paso de los años no ha logrado la rápida transformación social a la cual mujeres y hombres latinoamericanos hemos aspirado desde la segunda mitad de siglo, creo necesaria una reflexión en torno a nuestro papel como maestras y maestros de ciencias en este hecho, así como las implicaciones que han tenido nuestras maneras de relacionarnos con el conocimiento científico y de socializarlo en nuestra forma de pensar las cosas, en nuestra forma de pensar sobre cómo pensamos las cosas, y, más aún, en nuestras formas de actuar.

Es posible, que aparezca cierta decepción con respecto a la esperanza de una ciencia que tendría explicación para todo; que además, fundamentaría la ética, que ayudaría a vivir, no sólo gracias al bienestar debido a sus descubrimientos tecnológicos, sino iluminando a la vez la verdad y el bien; que indicaría cómo vivir según preceptos en los que se podría creer porque *científicos* habrían disipado las tinieblas del oscurantismo y de la tradición.

Estos aspectos en conjunto nos demarcan una *imagen de ciencia*, definida precisamente por ese criterio de verdad que le hemos ad-

judicado. Generalmente, no sabemos cuál es esa tal verdad y acudimos entonces a los éxitos aplastantes, pero también exaltadores, de las técnicas surgidas de las ciencias de la naturaleza, que parece han hecho que en nuestra época se haga un rito de credibilidad a lo que dice el científico; el resto no cuenta. Es como si sólo la ciencia se ocupara, sin ilusionarse, de buscar la verdad acerca de la naturaleza y de nosotras-os mismas-os. El resto, nuestra subjetividad, el arte y el mito, para no hablar de la religión, sólo sería en el mejor de los casos un ornamento mental cuando no un engaño.⁷

Esta imagen de ciencia explica, a nuestro parecer, la relevancia que se le suele dar a las ciencias en el contexto escolar y por qué parece carecer de sentido, cualquier cuestionamiento al respecto: al ser la ciencia sinónimo de verdad, de progreso y de bienestar, resulta evidente que la escuela deba proveer las condiciones para que los estudiantes accedan a la verdad, o lo que es lo mismo, al conocimiento científico, y de esta manera, posibilitar el progreso de nuestros pueblos.

Esta imagen de ciencia, explica también por qué la autoridad se constituye en la principal fuente de conocimiento en las prácticas de enseñanza de las ciencias, que se expresa en el reconocimiento incondicional que se le concede a las leyes y teorías planteadas por los científicos y a estos mismos, a lo que es presentado en los textos, a cualquier información que sea calificada como científica, sin que se requiera para ello, que nos aporten significativamente -a maestros y estudiantes- en nuestra comprensión del mundo; aspecto éste que hace de los *contenidos* el eje de la enseñanza de las ciencias y de la fidelidad a los mismos la preocupación central de los maestros: no afectar ni permitir que los estudiantes afecten el contenido científico que se enseña; se trata, pues, de aprehenderlo y transmitirlo tal cual nos lo presentan, en la medida de lo posible.

⁷ ATLAN, 1991.

Esta imagen de ciencia, explica además, por qué las maestras-os de ciencias nos hemos asumido como simples transmisoras-es de esa información validada por la comunidad científica, así como la actitud pasiva, de exterioridad y de control frente al conocimiento científico que caracteriza nuestro desempeño como docentes y el consiguiente papel de los estudiantes en las clases de ciencia.

Dentro de este marco de racionalidad, supondríamos entonces que nuestra labor en lo que tiene de ciencia sería un asunto de expertos académicos, de los científicos, y en lo que tiene de automático o rutinario sería asunto de nosotras-os profesores; nuestra creatividad se desplegaría a lo más en la búsqueda de caminos más expeditos para la transmisión de los conocimientos científicos, que supuestamente ya poseemos. Desde esta perspectiva, quedaría descartada la posibilidad de hacer ciencia, de construir conocimiento, de parte de docentes o estudiantes: al aceptar una sola forma de conocimiento en torno al mundo, las explicaciones acerca de un determinado fenómeno estarían dadas en una línea ya demarcada, y el contexto, las necesidades, inquietudes e intereses del grupo que los consume, estarían excluidos.

Esta imagen de ciencia se constituye en el eje central de nuestra reflexión y crítica, y el referente a cuestionar son los textos escolares, dado el privilegio que se les suele conceder en la práctica de la enseñanza de las ciencias. Los textos, caracterizados por ser materiales prefabricados que han sido elaborados fuera del contexto práctico en el que van a ser usados, presentan un formato común y único con relación al conocimiento científico⁸. Estos, al inscribirse en el marco general y programa curricular oficial, delinean una visión institucional de la cultura y de la ciencia, mediante la selección y tratamiento de ciertas temáticas, que se estratifican de acuerdo con

⁸ Jaume M. Bonafé, *Proyectos Curriculares y Práctica Docente*. Díada Editora, Sevilla-España, 1990

el nivel educativo. Es frecuente ver cómo sustituyen-alienan decisiones nuestras, valoran e imponen contenidos culturales y excluyen o marginan otros. Así, el texto parece más bien una herramienta ya pensada para que no tengamos que pensar, promoviendo, así, el establecimiento de una relación con la ciencia en un plano de subordinación.

Pero, cuando en la dinámica de aula optamos por una perspectiva en cuyos procesos los supuestos epistemológicos anteriores se cuestionan y replantean, dando origen a otros que puedan privilegiar resultados teóricamente posibles sobre resultados empíricamente verificables,⁹ se hace posible superar la mera descripción-reproducción y generar condiciones para abordar el conocimiento desde otras formas de trabajo y, más aún, para hacer del aula de clase un espacio en el que sea posible vivenciar la actividad de construcción de conocimiento y para que, de esta manera, la comprensión del mundo se constituya en el eje de la actividad de las clases de ciencias.

Es así como, desde esta perspectiva, las reflexiones sobre la relación entre la materia y lo vivo se han constituido en problema u objeto de estudio, a través del cual he empezado a plantear y consolidar alternativas para la enseñanza de las ciencias, con una actitud crítica respecto al modo como me he venido relacionando con la disciplina que enseño, la biología.

En el presente escrito examinaremos en primer lugar, la forma como se abordan estos aspectos -la materia y lo vivo-, en los diferentes textos de enseñanza de las ciencias para los grados superiores de la educación básica, en lo que se refiere a su estilo de presentación, así como al contenido mismo; explicitando la conceptualización

⁹ Héctor R. Orobio y otros, *Una Experiencia de Formación de Maestros: Avances y Posibilidades*, Guillipen Impresores, Secretaría de Educación, Santa Fe de Bogotá, D.C., 1996.

que se sugiere a partir de dicha presentación y las inconsistencias que surgen cuando la relación entre materia y lo vivo es objeto de análisis y de reflexión.

A partir del diálogo establecido con Aristóteles, Cuvier y Lavoisier a través de algunos de sus escritos, se muestran nuevas posibilidades para abordar estas temáticas, que harían de la clase de ciencias un espacio donde es posible la pregunta y la construcción de conocimiento.

LA MATERIA Y LO VIVO EN LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA

“La forma y el volumen, caracterizan los estados en que se presenta la materia y los denominamos estados físicos. Existen algunas propiedades que son comunes a todos los cuerpos y no permiten diferenciar una sustancia de otra, tales como: forma, masa, impenetrabilidad, inercia”¹⁰ Dejando de lado variaciones adjetivas, esta es la definición de materia que suele aparecer en los diferentes textos de ciencias para los niveles básicos.¹¹ Tenemos así, proposiciones que no admiten en su contenido aportes o discusiones, pues son presentadas como afirmaciones-verdad. Así mismo, son eminentemente descriptivas ya que el énfasis está en expresar los rasgos co-

¹⁰ Gutiérrez, I., *Química I*; Educar Editores, 1984, págs.17-19.

¹¹ Véase por ejemplo:

“Materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un espacio. Todos los cuerpos están constituidos de materia aunque se diferencian entre sí por poseer características especiales llamadas propiedades las cuales explican la gran diversidad de sustancias”. En: C. W. Gómez, *Investiguemos 10*, Editorial Voluntad, Bogotá, 1990, pág. 5.

“La materia puede definirse como todo aquello que existe en el universo, que tiene masa y por tanto ocupa un lugar en el espacio. Presenta una serie de características que son comunes a todos los cuerpos: así posee masa, volumen y es impenetrable”. En: V. S. Herrera, *Colección de la Ciencia al Día*, Editorial Norma, pág. 15.

“Sustancia corpórea y también extensa, impenetrable, inerte. Se opone a sustancia espiritual -como cuerpo se opone a espíritu- y hasta cierto punto a fuerza, energía, actividad.” En: *Diccionario Enciclopédico Didáctico Ilustrado*. Ed. Argos Vergara, Madrid, 1979, pág. 969.

munes más notorios y visibles del objeto material: extensión forma o figura geométrica y volumen y masa a la que está asociada las propiedades de inercia e impenetrabilidad. Es un esfuerzo por señalar los atributos más notorios del objeto, pero del objeto en sí mismo, sin relación con otros y completamente independiente de los componentes que éstos puedan tener, de su comportamiento y de los cambios que se dan en él; de esta manera, todo atributo ligado a la actividad es eliminado. Llama la atención, además, que se le adjudique a la materia como rasgo genérico la propiedad de la inercia, de permanecer en reposo o bien de movimiento rectilíneo. Al ser la inercia una manera de estipular precisamente la pasividad de la materia y dado que la materia es asumida como el sustrato de todo ser o ente existente, una caracterización tal podríamos considerarla consistente con lo que entendemos como seres inanimados, pero de ninguna manera con los seres vivos. Si la materia ha de ser atribuida a todo ser o ente existente, no estaría, por ende, bien caracterizada.

No obstante, los diferentes textos de biología, física y química acuden a la misma definición de materia -definición ésta que podría, en el mejor de los casos, parecer satisfactoria cuando se refiere al mundo de lo inanimado- sin analizar la incoherencia de pretender explicar lo vivo, identificándolo con lo inerte: en este contexto no se hace alusión a plantas, humanos, animales, a ningún tipo de organismo. ¿Es posible, acaso, hacer una traducción de lo inanimado a lo animado o viceversa, partiendo de significados diferentes y de referentes distintos? A pesar de lo problemático e incomprensible que tal pretensión pueda resultar a nuestro intelecto, a fuerza de repetición termina, en muchos casos, aceptándose como posible, sin que nunca sea objeto de reflexión y de análisis en las clases de ciencias, constituyéndose en una *verdad* más que no se puede comprender; y, en otros casos, buscando no renunciar a la compren-

sión, se considera al ser vivo como dotado de cuerpo, lo material, lo pasivo, y de alma, lo activo.

Por otra parte, la imagen que uno puede formarse de los seres vivos a partir de las informaciones que aparecen en los manuales de enseñanza, no deja de ser menos carente de sentido. Examinando textos diferentes, en la introducción que hacen como presentación del capítulo *Seres vivos*, aparecen las siguientes maneras de referirse a los mismos: “la unidad estructural de todos los seres vivos es la célula, tiene diferentes formas, diferentes tamaños y cumplen funciones diferentes”¹² “Uno de los grandes descubrimientos del siglo XIX fue el realizado por el botánico Matias Schleiden y el zoólogo Teodoro Schwan. **Ellos proclamaron**¹³ en el año 1838, que todos los organismos vivientes están compuestos por pequeñas unidades o células”¹⁴. Como vemos, célula aparece en los textos como uno de los conceptos básicos relacionados con la vida. Es tan afirmativo que parece más bien una imposición, que debe ser acatada sin discusión, buscando de esta manera hacernos comprender que los seres vivos están conformados por células y que éstas son las responsables de la vida. En su forma de ser presentados estos contenidos, parecen llevar implícitos una necesidad de traducir el conocimiento en actos de descubrimiento. Y es que cuando no se siente la necesidad de construir explicaciones y la autoridad constituye el criterio de validez de nuestro conocimiento, se aceptan sin cuestionamientos las soluciones o verdades que otros *han descubierto*.¹⁵

Así, la célula más que un concepto es asumida y abordada como un objeto, como una cosa, dejando de lado la posibilidad de trabajar el

¹² Moncayo, G. et al, *Ciencias 7o.*: “Naturaleza y salud, Educar Editores, 1995, pág.48.

¹³ El subrayado es nuestro.

¹⁴ Gómez, C.W. y Gómez, M.A. *Investiguemos 7, Ciencia Integrada*, Ed. Voluntad, 1990, pág. 48.

¹⁵ Véase a este respecto: Bautista, G. y Rodríguez, L.D. *La Ciencia como una actividad de construir explicaciones Física y Cultura*: Cuadernos sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias, No. 2, 1996.

concepto. Los cuerpos vivos aparecen, según estas presentaciones, como formados por partes, por células-ladrillos, piezas del edificio físico de los seres vivos. Se privilegia así, una manera de dar cuenta de lo vivo: el organismo vivo, la totalidad, es visto como la suma de las partes, las células; privilegiando, a su vez, una manera de asumir la relación partes-todo, sin que su pertinencia sea objeto de reflexión.

Tal manera de asumir dicha relación, queda manifiesta también en la forma generalizada como se relacionan los aspectos estructurales con las funciones fisiológicas de los cuerpos vivos; los cuerpos vivos se muestran reducidos al conjunto de órganos o partes, que a través de unos mecanismos ejecutan algunos trabajos o funciones. La forma como es tratada la respiración es un buen ejemplo en este caso: hablar de la respiración implica describir el aparato respiratorio y sus partes, además de los mecanismos para que el oxígeno llegue a todas las células y a todos los rincones del organismo; se menciona un intercambio de gases y se da por hecho que es un intercambio lo que sucede. Por otro lado, la función de la respiración como tal, además de ser presentada de una manera puramente descriptiva, inhibe cualquier pregunta, ya que da la impresión que se expone lo que *realmente ocurre*, es descrita en términos puramente químicos: "...los seres vivos liberan de un modo controlado la energía contenida en los enlaces moleculares, de manera que pueda ser utilizada o almacenada en forma de energía química. Esta fase conlleva consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono y agua; esta fase que tiene lugar en el interior de todas y cada una de las células, constituye el auténtico proceso químico de la respiración"¹⁶.

Pero entendiendo que la ciencia no describe ni descubre lo real, sino que es una actividad de construir explicaciones y de organizar

¹⁶ *Enciclopedia para el Bachillerato y la Universidad*, tomo *Biología*, subtítulo *Respiración*, Círculo de Lectores, Editorial Printer Latinoamericana, 1993, pág. 195

la experiencia, es lícito preguntarnos ¿hasta qué punto esta manera de presentar la respiración da cuenta del papel central que juega en la vida de un ser vivo? Y si tenemos en cuenta, que la experiencia cotidiana sólo nos permite afirmar que aspiramos aire, que no todos los aires son respirables y que el aire que exhalamos es más caliente que el que inhalamos ¿a partir de qué consideraciones y con qué criterios se puede afirmar que el organismo absorbe oxígeno y produce gas carbónico?



La materia viva representada en aparatos, constituidos por materia pasiva, parece una tendencia muy difundida, pero que nos cuestiona acerca de ese vital que vemos ausente. Si reducir fenómenos complejos en otros simples, en los que se trabaja la totalidad desde partes más pequeñas, nos dan una visión de organismo en términos de partes, ¿qué tan satisfactoria es esta manera de proceder para dar cuenta de lo vivo, cuando lo que vemos es un alejamiento del objeto de estudio: el ser vivo?

Y esa asociación teórica ser vivo-estructura celular, con la que se pretende que las nociones químicas dirigidas a explicar la estructura y composición celular, en términos moleculares coadyuven a reinterpretar nuestros conocimientos biológicos y así, poner las bases para que lo vivo pueda ser explicado en términos químicos o en el nivel de lo químico, ¿nos resuelve el problema?

LOS ORIGINALES ¿UNA ALTERNATIVA?

El Principio Organizador

“Independientemente de los accidentes que causan la muerte a los seres organizados destruyendo alguna parte esencial de ellos, les llega ésta espontáneamente a todos a ciertas épocas, por efecto mismo de su vida, y según parece por la obstrucción que la nutrición produce en sus vasos.”²²

La muerte es el punto de partida para la especulación sobre la vida biológica. ¿Qué sucede cuando muere una planta, un animal o una persona? El cuerpo subsiste, sigue pesando lo mismo. Tiene la misma forma y el mismo material constitutivo. Pero está muerto. Ya no se mueve, ni se conserva aparentemente, empieza a corromperse. Algo parece haberlo abandonado: la fuerza vital, el aliento, el espíritu, el alma, el cuerpo sutil, el factor vital, el principio organizador.

En todos los lugares del mundo la gente ha llegado a ideas similares. Algo deja al cuerpo cuando muere. Y sea lo que fuere, no está constituido por materia ordinaria, es inmaterial y tiene la propiedad de salir del cuerpo sin que desaparezca. Alma, parece ser el término que subyace cuando nos referimos a eso, que nos hace converger vida y muerte en nuestras explicaciones.

En lo cotidiano, referirse a lo vivo siempre tiene relación con el alma, y son muchas las formas de establecer esta relación. Usualmente, parece adoptarse esa idea de alma para referirse a la vida de los seres humanos, concibiéndola como una entidad que se encuentra en el cuerpo, como un prisionero en la cárcel, en la que reside el principio de nuestra actividad y vitalidad. También está en la manera de ver las operaciones *espirituales* de la persona, como efectos de unos poderes o facultades; a este sustrato o principio que da

²² G. Cuvier, *Elementos de Historia Natural*.

cuenta de nuestra posibilidad de pensar y sentir se le ha llamado alma, esa alma de la que nos habla la religión, que se mancha con el pecado. Es así como en otros ámbitos, el cuerpo se ve como la cosa extensa y el alma como la cosa pensante.

Muchas personas también hablan del alma de los animales; tal vez la primera relación que se hace es en cuanto a la memoria de estos al recordar a su amo, las demostraciones de *entusiasmo* en el encuentro, o la apariencia de la planta que se le atiende y se le cuida. Otras miran el *ánima*, en términos de precisar que estos cuerpos son vivos porque tienen esta posibilidad en su ser.

Usualmente, se concibe a cuerpo y alma como dos sustancias o entidades diferentes, que se unirían para formar una unidad de adición o suma. Vista así el alma, no depende intrínsecamente en sus operaciones de la materia y por lo tanto, su ser sería espiritual. *El alma es inmortal*; desde este punto de vista tiene un principio pero no un fin, no se puede corromper y lo que no se puede corromper es inmortal.

Es innegable que estas apreciaciones tan constantes, aunque gozan de aceptación y manejo por parte de la generalidad de las personas, no son tenidas en cuenta, ni mucho menos reflexionadas desde los contenidos en Biología. Para muchos autores contemporáneos, sólo son explicaciones aproximativas cuando no ilusorias o incluso delirantes, que deben ser dejadas de lado. Sin embargo, es importante resaltar que, además de ser el alma una idea en la que se fundamenta comunmente las explicaciones de lo vivo y que debería por ello, ser considerada en las clases de biología, si lo que nos preocupa es la comprensión de la naturaleza y del mundo, con esta noción se trata de precisar un problema que -a nuestro parecer- ha sido central en la biología, a lo largo de su historia: la del principio organizador de la materia de lo vivo.

Es, precisamente, éste el aspecto que encontré interesante en Aristóteles. La automotivación de los organismos para él no es obvia, tiene que ver con sus almas o principios vitales, por eso la denominó también entelequia¹⁸ lo que tiene su fin en sí mismo; sus propios principios internos y la vida parece precisamente involucrada en estos dos aspectos: uno relacionado con la actividad, y otro con un principio organizador, que proporciona a cada organismo los fines hacia los cuales son dirigidos sus procesos vitales.

El gran interrogante se refiere a este principio organizador o formativo, pues si la misma fuerza vital puede existir en el cuerpo de una planta, en el animal que la come, el humano que come ese animal, sus características tan diversas deben tener su razón en algún principio formativo, que está por encima de esa fuerza vital. Es decir en un principio que organiza esta fuerza.

“El alma es el acabamiento o perfección (la entelequia primera) de un cuerpo formado por la naturaleza y dotado de todos los órganos para la vida; es la forma y la esencia del cuerpo... Puesto que el cuerpo es de cierta manera particular, así que, por ejemplo tiene vida, el cuerpo no puede ser alma; porque el cuerpo no es una de aquellas cosas que puede ser atribuidas a un sujeto sino que más bien desempeña por sí mismo el papel de sujeto y de materia. Luego, necesariamente, el alma no puede ser sustancia, sino como forma de un cuerpo natural, que tiene la vida en potencia. Pero la sustancia es una realidad perfecta, una entelequia; luego el alma es la entelequia del cuerpo.”¹⁹

Si la materia primera o materia prima que él muestra constituyendo los cuerpos, hace de sustrato de los cambios y la forma hace que tal materia sea ella misma y no otra; la forma entonces en cada cuerpo vivo es determinante, es la organización precisa y necesaria de la materia para hacer de ese cuerpo lo que es y lo que hace; dando cuenta de su actividad.

¹⁸ de *en* que significa dentro y *telos* que significa fin

¹⁹ *El Tratado del Alma*, Aristóteles.

Quiero resaltar el hecho que se ha constituido entonces en motivo de reflexión: la explicación de Aristóteles presentando materia y forma, no como dos cosas distintas, sino como dos cualidades de un mismo ser; no es posible abstraer ni separar la materia de las formas particulares que adquiere la materia;²⁰ por todo lo cual, podríamos decir que el principio vital de todos los seres vivos sería la forma que los determina en su ser, determinando la materia que hay en cada uno de ellos.

El principio organizador en la materia de lo vivo, también ha sido un objeto de reflexión para Cuvier. En este momento clásico, la vida dependía de una ontología que concernía de la misma manera a todos los seres materiales, sometidos a la extensión, a la pesantes, al movimiento; y así, todas las ciencias de la naturaleza, en particular la de lo vivo, tenían una profunda vocación mecanicista. El interés de Cuvier en relacionar todas las modificaciones del organismo, o lo que él mismo llamó *El Principio de las Correlaciones Orgánicas*, y la influencia de éstas en las acciones del cuerpo, pone de manifiesto su reflexión sobre la subordinación de los órganos y su interrelación, las cuales llevan implícitas un tipo peculiar de necesidad. Por tanto, su interés por concretar ese principio organizador de lo vivo, por comprenderlo, por preguntarse por lo que pasa y no tanto por quién lo hace, empieza a ser otro aporte a nuestras expectativas.

“Todo ser orgánico constituye un conjunto, un sistema único y cerrado cuyas partes se corresponden recíprocamente y concurren a la misma acción por una reacción recíproca. Ninguna de estas partes puede cambiar sin que cambien también las otras; y, por tanto, cada una de ellas, tomada por separado, indica y da todas las demás... Si los intestinos de un animal están organizados de tal modo que no digieren más que carne, y carne fresca, es necesario también que sus mandíbulas estén constituidas para devorar una presa, y sus garras, para aferrarlas y despedazarlas; sus dientes, para cortar-

²⁰ Esta concepción está en abierta oposición con la que suele difundirse a través de las clases de ciencias



la y dividirla; el sistema entero de sus órganos de movimiento, para percibirla de lejos; y hace falta incluso que la Naturaleza haya colocado en su cerebro el instinto necesario para saber esconderse y tender trampas a sus víctimas. Tales serán las condiciones generales del régimen carnívoro... Todas esas condiciones deberán estar rigurosamente coordinadas entre sí; si falta una sola el organismo no podrá funcionar, ni subsistir el animal.

Si consideramos ahora un animal herbívoro, comprobaremos que ese conjunto de condiciones ha cambiado; los dientes, el estómago, los intestinos, los órganos del movimiento, los órganos de los sentidos habrán tomado formas nuevas, pero seguirá habiendo relaciones necesarias que enlazan esos órganos: habrá correlación. Por la forma de una sola de esas partes, la forma de los dientes, por ejemplo, será posible deducir la forma del condilo, la de los miembros, la de los órganos digestivos.”²¹

Este Principio de las Correlaciones Orgánicas, parece recoger las ideas de Aristóteles sobre armonía de las funciones y coordinación de todas las partes del organismo de acuerdo con un a necesidad, con un fin que han de cumplir. Consecuentemente en Cuvier se nota su posición en cuanto su concepción de ser vivo, en el que no es la sustancia sino la forma su característica capital; pero esa *forma* de un órgano o de un organismo vivo implica no solamente sus características morfológicas, sino también sus funciones; y funciones que no se pueden concebir aisladamente, sino articuladas de acuerdo a un cierto principio organizador. Lo esencial, que encontramos aquí en Cuvier es que nos permite dialogar sobre aspectos que poco hemos problematizado en el aula: ¿en un ser vivo los órganos están simplemente contrapuestos, u obran los unos sobre los otros y cooperan a una acción común?

En su enfoque, el organismo es una unidad indivisible; sus partes están vinculadas por una interacción, y entrelazadas por la coordi-

²¹ G. Cuvier, *Discurso sobre las revoluciones del globo*, 1812.

nación con sus funciones. No se puede cambiar ningún órgano sin cambiar todos los demás, porque todos tienen que contribuir a mantener la unidad superior e indivisible del organismo, por lo tanto en el organismo no son las partes las que determinan el todo, sino inversamente, el todo es el que determina los órganos. En efecto, la estrecha interdependencia de los órganos hace que al conocer un órgano o una parte del organismo, se puedan deducir conclusiones sobre otros órganos y aún muchas veces, sobre todos los demás.

Sus ejemplos nos muestran las múltiples conclusiones que se podrán obtener con un sólo elemento fósil encontrado, al verlo más como un indicio que como un fragmento. Una pieza dental nos dice entonces de qué se nutría, el tipo de órganos locomotores que necesitaba para ir en busca de su alimento; otras interdependencias no son tan obvias, están más escondidas, como el desarrollo de los músculos que le ayudan a erguir la cabeza con tal fuerza, que pueda transportar en su boca una pesada presa. Al examinar esta estrategia utilizada tanto en su clasificación zoológica, como en su paleontología y anatomía comparada, siempre tuvo en cuenta la morfología y la fisiología, es decir la forma en el sentido aristotélico.

Desde diferentes aspectos, podríamos considerar la significación filosófica de esta manera de ver de Cuvier; su método no es sólo descriptivo, se podría decir que tiende también a establecer una teoría diferente del conocimiento. Al analizar las interacciones entre el organismo y lo que le permite vivir, ve necesarias y numerosas organizaciones irreductibles unas a otras y también, una constante comunicación recíproca entre cada una y el aire que respira, el agua que bebe, el alimento que absorbe. Lo vivo parece autónomo, coherente anatómicamente y compatible fisiológicamente; su automotivación es referida en términos del principio vital, que permanece en cada uno para descifrar los caracteres individuales.

Se entiende así, que desde su universo varios aspectos podrían generarnos discusión:

- Mirando lo que hace el organismo con el medio exterior.
- Analizando la operación interna, que no se detiene en el órgano y lo que éste hace, sino que integra toda una cantidad de acciones que dan cuenta preferencial de la manera como el cuerpo responde a la acción del órgano, sin descuidar el órgano en particular.
- Lo vital de la función es abordado como factor organizador, no como la simple mecánica de su actividad.

Analicemos una función: La Respiración

Todas estas actividades del organismo tienen que ver con su fisiología, y nos permiten ver los procesos que se producen en animales y plantas, además las interrelaciones que entre esos procesos facilitan a los organismos mantener un estado más o menos estable, así como los cambios que generan en el medio en que viven y que nos evidencian que esto sucede.

Comúnmente, cuando hablamos de la actividad de respirar, por ejemplo, queremos referirnos a lo que acontece cuando absorbemos aire, y decimos que luego lo expelemos modificado pues sale tibio y humedecido; además, de hecho, atribuimos esta función a ciertos seres vivos, en los cuales se evidencian características análogas, y nos preguntamos sobre su posible atribución a todos los seres vivos, pero sin detenernos a pensar acerca de los aspectos que harían de la respiración una actividad y un proceso necesario para el mantenimiento de la vida de todo ser vivo.

Analizando la forma como se presenta en los textos y el tipo de lenguaje que se utiliza para referirse a la respiración, subsiste la idea de Paracelso en el sentido de situarla en órganos característicos;²² también parece notoria la influencia posterior de Descartes, quien reforzó la idea de órganos- partes, para asimilar lo vivo a una compleja máquina dispuesta toda ella para reaccionar según las inmutables leyes de la física. Es posible, que ésta concepción mecanicista, persistente aún, haya reducido el problema de la respiración al *viaje del aire al interior del cuerpo*. Parece que ésta manera de ver, se asimila más a equiparar los organismos con cuerpos inertes, que a reconocer una cualidad particular en lo vivo. Se pasa por alto, primeramente -a pesar del relato detallado del mecanismo puesto en juego- lo que ocurre en el organismo cuando entra el aire, así como la relación que establece ese organismo con el medio,²³ y, segundo, el principio que lograría esta organización, es decir los fines hacia los cuales son dirigidos estos procesos vitales.

Y es que la respiración nos plantea toda una serie de interrogantes ¿es la respiración una función necesaria para la vida de todo ser vivo? Si es así ¿qué es lo peculiar de la respiración? ¿por qué juega ese papel central para la vida? Al fin de cuentas ¿en qué consiste la respiración? Interrogantes que pueden tener respuestas muy disímiles, dependiendo de la perspectiva desde la cual se aborden.

Lavoisier presenta en sus *Memorias sobre el oxígeno*, impulsado por su espíritu metódico, un análisis en el campo de la fisiología para aclararse y aclarar a sus contemporáneos, en qué consiste la respiración de los animales y los cambios que sufre el aire al pasar por los pulmones.

²² pulmones, tráqueas, branquias

²³ en otras palabras la actividad

Si bien, el aire es el agente de la respiración -dice Lavoisier- no todos los aires sirven para este efecto: *hay un número de aires que los animales no pueden respirar sin morir tan rápidamente como sino lo hicieran*. Su problema, es, pues, en primera instancia, precisar la clase de aire que es esencial para la respiración y determinar las transformaciones que tal actividad del organismo puede producir en el aire común. Mediante sus experiencias sobre la calcinación de los metales determina que el aire que queda después de la calcinación es menor en cantidad, no es respirable, ni sirve para mantener encendida una llama; clase de aire que denomina mofeta. De otra parte, al calentar nuevamente los productos de la calcinación- la cal de mercurio, por ejemplo- obtiene nuevamente un aire que es respirable, en una cantidad aproximadamente igual a la que fué consumida en su calcinación, adecuado también para la combustión, y que designará con el término aire vital o eminentemente respirable. Juntando estos dos tipos de aire -mofeta y aire vital- se obtiene un aire semejante al común. Infiere, así, que el aire atmosférico o común está compuesto por un aire respirable, aire vital, y un aire que no lo es, mofeta.

Basado en estas experiencias, entra a examinar las transformaciones que la actividad de la respiración genera en el aire común, examinando las modificaciones del aire encerrado en una campana dentro de la cual estaba ubicado un pequeño animal. Concluye, de ésta manera, que en el aire que queda de la respiración hay un tipo de aire que no es respirable, ni es apto para la combustión y que difiere de la mofeta, en cuanto produce otros efectos que este último no hace: por ejemplo, no precipita el agua de cal; a este aire lo distingue con el nombre de ácido cretoso aeriforme.

“Este aire que había sido respirado por el animal, se mostró muy diferente al aire de la atmósfera: precipitaba el agua de cal, apagaba las luces... un nuevo pájaro que se introdujera en él no vivía más que algunos instantes;

en fin, era enteramente mefítico y, a este respecto, muy parecido al que quedaba después de la calcinación del mercurio.

Sin embargo, un examen más profundo me hizo percibir dos diferencias muy notables entre estos dos tipos de aires...el aire de la respiración precipitaba el agua de cal, mientras que el aire de la calcinación no le causaba ninguna alteración”.

Muestra además, que si al aire que ha servido para la respiración, se le sustrae el aire que denomina ácido cretoso aeriforme, por la cal o por un álcali caústico, no queda más que un residuo del aire común privado de su parte respirable. De hecho, al combinar este aire con cerca de un cuarto de su volumen de aire eminentemente respirable, obtenido de la cal de mercurio, se obtiene un aire completamente semejante al aire común.

“De estas experiencias resulta que, para volver al estado de aire común y respirable al aire que ha sido viciado por la respiración, es necesario hacer dos cosas: 1o. sacar a este aire, por la cal o por un álcali caústico, la porción de ácido cretoso aeriforme que contiene; 2o. agregarle una cantidad de aire eminentemente respirable igual al que ha perdido la respiración, como consecuencia necesaria, causa estos dos efectos a la inversa”.

El planteamiento, análisis y relación de estas experiencias le permiten a Lavoisier concluir que un animal en su actividad de respiración modifica al aire común en dos sentidos: extrae de éste una cierta cantidad de aire eminentemente respirable o aire vital -que conocemos hoy con el nombre de oxígeno- y le adiciona ácido cretoso aeriforme -gas carbónico en términos actuales.

Esta presentación del trabajo de Lavoisier, en la que se ponen de manifiesto las condiciones en las cuales fue elaborada, además ésta caracterización de la respiración, nos interroga sobre la forma usual de abordarla en el aula de clase: la ausencia de cualquier tipo de consideración, la despreocupación por elaborar algún criterio

que nos permita afirmar que el organismo absorbe oxígeno y produce gas carbónico; pareciera que ello fuera obvio, que bastara únicamente con mirar.

Pero el trabajo de Lavoisier en torno a la respiración no se queda aquí. Una vez examinada la acción que el organismo animal ejerce sobre el medio mediante la respiración, le preocupa indagar qué sucede en el organismo; qué cambios se dan en él.

“Por obra de la respiración ocurre una de estas dos cosas: o la porción de aire de la atmósfera es convertida en ácido cretoso aeriforme (el gas de salida) al pasar por el pulmón, o bien se hace un cambio en esta víscera. Por una parte el aire eminentemente respirable es absorbido, y, por otra, el pulmón restituye en su lugar una porción de ácido cretoso aeriforme casi igual a su volumen...

Es pues posible,... que el aire eminentemente respirable que ha entrado en el pulmón salga de él como ácido cretoso aeriforme; pero, por otro lado, grandes analogías parecen pesar a favor de la segunda opinión, y llevan a creer que una parte del aire eminentemente respirable queda en el pulmón, y que ahí se combina con la sangre.

La sangre no es roja o bermeja sino cuando está en contacto con el aire de la atmósfera o con el aire eminentemente respirable: se pone negra... en todos los aires no respirables... Por el contrario, vuelve a tomar su color rojo cuando se la pone nuevamente en contacto con el aire, sobretudo con el aire eminentemente respirable. Si esta restitución va siempre acompañada de una constante disminución de volumen del aire. ¿no surge, pues, de todos estos hechos que el aire eminentemente respirable tiene la propiedad de combinarse con la sangre, y que es esta combinación la que le confiere el color rojo?”

Dos modos de interpretar la respiración sugiere: 1) el aire respirable entra en una condición y se convierte en otra, ácido cretoso aeriforme y 2) entra aire respirable del exterior y se intercambia con otro producido por el organismo; entre las cuales Lavoisier se inclina por la segunda, si bien entiende que la otra también es plausible.

Ya sea que se adopte una u otra posición es de notar que: el aire exterior, el aire atmosférico ha experimentado un cambio que manifiesta la acción del organismo en el medio debido a esa función de respiración; y de otra parte, se deja en claro que hay un tipo particular de aire, el *aire vital* que se relaciona con el organismo para darle la posibilidad de vida, sugiriendo que también en el organismo se suceden cambios y que éste tiene unas condiciones que le permiten hacerlos ¿el ánima?, ¿la fuerza vital?. La connotación de *aire vital*, empero, es referida más a la función que ejerce ese aire en el organismo, -aire que llega y da vida- aire que es escogido por el organismo pues solo éste da vida; sin embargo, la perspectiva de trabajo de Lavoisier no le permite ir más allá en esta indagación sobre la respiración.

Cuvier por su parte, desde otro enfoque y con otras preocupaciones - comprender lo vivo- intenta avanzar sobre la pregunta de por qué la respiración es necesaria para la vida. Es así como Cuvier, haciendo uso de los elementos elaborados por Lavoisier sobre el problema de la respiración -en su libro de Historia Natural, capítulo I *Idea general de los elementos de que se compone el cuerpo, y de las funciones que ejerce-* da otros aportes más al explicar con otros detalles, el por qué de la importancia de esta función en el cuerpo y por lo tanto, lo que nos puede permitir decir que es vital para el organismo:

“Nuestra atmósfera se compone de una cuarta parte de **aire vital o gas oxígeno**, el único capaz de mantener la combustión, y las otras tres cuartas partes de otro gas llamado **azoico**, el cual vuelve a salir del pulmón lo mismo que entró. Pero en vez de gas oxígeno, sale **agua** reducida a vapor y **aire fijo, o gas ácido carbónico**. Estos dos productos se han formado, combinándose el **oxígeno** con el **carbón o carbono**, y la base del aire **inflamable o Hidrógeno**, contenido en la sangre. El efecto principal de la respiración es por tanto separar de la sangre el exceso que hay de esos dos principios”

La actividad del cuerpo aquí es explicada en relación con la interacción que sucede en él: el gas que ha entrado sale en otras condicio-



nes y esto implica limpiar la sangre de unas sustancias que se encuentran en exceso. He aquí lo esencial de respirar, de no lograrse este proceso, los excesos de carbono e hidrógeno afectarían la vida de ese cuerpo. Es por esta manera de decir las cosas, que su fisiología no parece centrar sus deducciones en la anatomía, más bien es meditación sobre las funciones y su influencia sobre la forma del cuerpo animal.

Nótese que no obstante, definir ciertos proceso físico-químicos ocurridos en este hecho, no se descuidan las explicaciones sobre la autoorganización compleja del cuerpo. Podríamos decir que en la actualidad, nuestras doctrinas sobre la vida son una mezcla de la física, la química y la anatomía, una doctrina de finos aparatos eléctricos, ópticos, acústicos; corriente eléctrica que circula por los nervios, la refracción de los rayos de luz en el ojo, la estructura de los tejidos. Tal vez su ventaja sea la exactitud, en detrimento de la comprensión de lo vivo como, consecuencia ineludible, de la reducción de los problemas.

Ante tales dificultades, la ciencia que se enseña suele pasar por alto la cuestión de la naturaleza de la vida; pero el factor vital intencional y no material, el principio organizador a que se referían pensadores como Aristóteles y Cuvier, permanece latente en las explicaciones. Ahora esta función se atribuye a los genes que consisten en moléculas de A.D.N. Pero lejos de tratarse de moléculas inanimadas, los genes han sido dotados con todas las propiedades de la vida y de la mente. Incluso, se supone que son egoístas²⁴. El mundo vivo es pensado como una economía capitalista, y a continuación se proyectan sobre los genes las características egoístas individualistas, egoístas y competitivas de la humanidad. Estos genes ya

²⁴ *Biología molecular*, selecciones de La Recherche

no son meras sustancias químicas, han cobrado vida y poseen el poder no solo de *crear formas, moldear la materia y elegir* sino que también emprenden *carreras armamentistas evolutivas* e incluso, aspiran a la inmortalidad.

La metáfora contemporánea más difundida de los organismos como máquinas, es la que proporcionan los ordenadores y sus programas. Ahora resulta normal considerar que los principios organizadores intencionales de los organismos son *programas genéticos*. Este es otro modo de dotar a las moléculas de A.D.N. con las propiedades de la vida y la mente; son como almas moleculares. En el caso de los programas de informática, el diseño y la intención se origina en la mente humana, pero ¿quién escribe los programas genéticos?. En esta situación, entonces los *genes egoístas* desempeñan el papel de factores organizadores vitales.

Es una reflexión que nos lleva a pensar en que son estrategias de respuesta a la forma como se hacen las preguntas sobre lo vivo, a las intenciones sobre el futuro y a influencias desde las diversas formaciones, en cuanto a escuelas y filosofías que han tenido sus efectos en la construcción de la ciencia. Pero es de resaltar también, que esta opción de buscar nuestras respuestas, no la tomamos en el discurso de aula. La enseñanza de las ciencias requiere acercarse más a este tipo de trabajo y es precisamente esta la razón de haber utilizado como alternativa los originales, una manera de formar criterios, sentar nuestras propias apreciaciones, y la posibilidad de contrastar eso que siempre nos han dicho, con lo que nosotras-os mismas-os podemos decir, examinar y controvertir las teorías ya incrustadas en el lenguaje y sentido común.

De esta experiencia han resultado ejes de investigación que están dinamizando la clase de ciencias, hacia nuevos enfoques en cuanto a lo que nos significa lo vivo, generando metodologías que nos han comprometido en el trabajo con entusiasmo e interés.

BIBLIOGRAFÍA

Atlan, 1991.

Bautista, G. y Rodríguez, L.D. *La Ciencia como una actividad de construir explicaciones Física y Cultura: Cuadernos sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias*, No.2, 1996.

C. W. Gómez, *Investiguemos 10*, Bogotá, Editorial Voluntad, 1990.

Diccionario Enciclopédico Didáctico Ilustrado, Madrid, Argos Vergara, 1979.

Enciclopedia para el Bachillerato y la Universidad, (1993). Tomo *Biología*, subtítulo *Respiración*, Círculo de Lectores, Editorial Printer Latinoamericana.

Foucault, M., *Las palabras y las cosas*, capítulo.

Gómez, C.W. y Gómez, M.A., *Investiguemos 7, Ciencia Integrada*, Santa Fe de Bogotá, Voluntad, 1990.

Gutiérrez, I., *Química I*, Bogotá, Educar Editores, 1994.

Héctor R. Orobio y otros, *Una Experiencia de Formación de Maestros: Avances y Posibilidades*. Santa Fe de Bogotá, D.C., Guillipen Impresores, Secretaría de Educación, 1996.

Jaume M. Bonafé, *Proyectos Curriculares y Práctica Docente*, Sevilla, España, Díada Editora, 1990

Moncayo, G. et al, *Ciencias7o.: Naturaleza y salud*, Santa Fe de Bogotá, Educar Editores, 1995.

V. S. Herrera, *Colección de la Ciencia al Día*. Bogotá, Editorial Norma.