

Foli.
372.85

112



Ministerio de Educación y Justicia
República Argentina



Organización
de los Estados Americanos

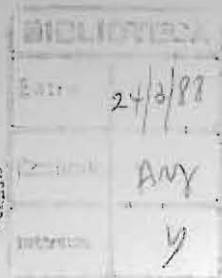
DIRECCION NACIONAL DE EDUCACION SUPERIOR

**PROYECTO DE FORMACION DEL PERSONAL DE EDUCACION
PARA LA RENOVACION, REAJUSTE Y PERFECCIONAMIENTO
DEL SISTEMA Y DEL PROCESO EDUCATIVO**

CIENCIAS NATURALES

Buenos Aires
República Argentina
1987

2



NOMINA DE AUTORIDADES

MINISTERIO DE EDUCACION Y JUSTICIA

Ministro de Educación y Justicia:

Dr. Julio Raúl Rajneri

Secretario de Educación:

Dr. Adolfo Stubrin

Subsecretario de Gestión Educativa:

Prof. Nilo Fulvi

Director Nacional de Educación Superior y del Proyecto:

Dr. Ovide J. Menin

Subdirectora Nacional de Educación Superior:

Prof. Sulma Guridi Flores

Coordinadora del Proyecto:

Prof. Emilce E. Botte

SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Director a.i. del Departamento de Asuntos Educativos:

Dr. Oswaldo Kreimer

Jefe de la División de Mejoramiento de Sistema Educativos:

Prof. Luis Osvaldo Roggi

Representante de la Secretaría General de la O.E.A. en la Argentina:

Dr. Benno Sander

Coordinador del Area Educación, Ciencia y Cultura:

Sr. Guillermo Corsino

01663

01/27
4011
372.85
LIE 1

V.

LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA

(II)

Prof. Noemí Fernández de Bocalandro

Prof. Juan L. Botto

1) Fundamentación de los principios didácticos

Como ya adelantamos en nuestro primer documento de trabajo, en esta oportunidad reflexionaremos sobre los aspectos metodológicos más relevantes de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria.

Para comenzar, consideramos conveniente fundamentar y enunciar una serie de principios didácticos básicos, por entender que a partir de ellos podremos construir estrategias que / guíen nuestro accionar en el aula, coherentes con el marco teórico propuesto.

Recordemos que en el documento N° 4 se afirma: "Son entonces el objeto de conocimiento, el sujeto de aprendizaje y el / referente socio-cultural, las instancias desde donde el docente debe reflexionar y fundamentar sus acciones didácticas".

En coincidencia con dicha propuesta, utilizaremos ese mismo esquema para organizar el análisis del tema enunciado.

¿Cuáles son las principales características del pensamiento infantil en el momento en que comienza la etapa de la escolaridad /

El sujeto de aprendizaje

primaria? ¿De qué manera evoluciona posteriormente? Trataremos de contestar estas preguntas sintetizando el pensamiento de Hannoun (1).

Hasta los siete años de edad, aproximadamente, el niño // percibe el mundo a su imagen y no es capaz de superar su propio punto de vista. Las percepciones que tiene de su entorno, /

así como los juicios que emite, están marcados por un fuerte / sello personal. Esta característica de su pensamiento, llamado egocentrismo, le impide ser objetivo, pues le resulta imposi- / ble "salir" de sí mismo y ponerse en el sitio del otro.

Como además advierte que sus acciones provienen de su de- seo o voluntad -un objeto cae al suelo si él lo empuja desde / el borde de una mesa- también considera que los fenómenos natu- rales son producidos por causas "artificiales". De ahí que se / denomine artificialismo a esta creencia infantil que atribuye a la decisión humana o mítica el origen de los objetos y la cau- sa de todos los acontecimientos. "Si el hombre es capaz de /// construir fábricas y carreteras, también es el responsable de / la existencia de las montañas y los ríos". "Las nubes y el sol son movidos por seres imaginarios".

Asimismo y a imagen de sus propios actos intencionales, / el pensamiento infantil adjudica un cierto propósito a todos / los fenómenos que se producen en el mundo natural. Este fina- / lismo se pone en evidencia especialmente en las explicaciones / referidas a los seres vivos y a su comportamiento. "Las aves / tienen alas para volar". "El gato tiene pelos para protegerse / del frío". "La lluvia cae para regar las plantas".

Hasta la propia vitalidad es transferida a los objetos // del mundo físico en esta etapa egocéntrica de la primera infan- cia, configurando así el característico animismo infantil, que explica por qué los niños castigan la puerta que les lastimó / la mano o consideran vivientes a las nubes porque se desplazan.

Las mencionadas características del psiquismo infantil // -artificialismo, finalismo y animismo- alejan al niño de la vi sión científica del mundo, para la cual los fenómenos natura- / les se atribuyen a causas objetivas, independientes de los de- seos y de las intenciones humanas.

Otro rasgo importante del pensar y del sentir de los más / chicos es el reconocido sincretismo, acerca del cual Piaget // nos brinda una clara definición: "tendencia espontánea de los / niños a percibir por medio de visiones globales, en vez de dis cernir los detalles, a encontrar analogías en forma inmediata, sin análisis, entre objetos y palabras extrañas, a ligar entre sí fenómenos naturales "heterogéneos", a hallar una razón para todo acontecimiento, aun fortuito, en resumidas cuentas, la // tendencia a ligarlo todo con todo". (Hannoun (1)).

Así como el niño "no sabe distinguir entre lo natural y / lo artificial, el fin y la consecuencia, lo vivo y lo inerte", tampoco es capaz de "analizar correctamente un objeto o un he- cho ... de distinguir sus elementos, los componentes; en una / palabra, a elevarse por sobre esa confusión inicial de toda // percepción". (1)

Superados los siete u ocho años, los niños comienzan a // conquistar la difícil conducta de la reflexión. Surgen enton- / ces nuevas maneras de explicar los fenómenos, ya que empiezan / a desaparecer las formas egocéntricas de causalidad y de repre- sentación del mundo, calcadas de su propia actividad.

A partir de entonces consiguen descentrarse cada vez más /

en relación al objeto y el progreso de su descentración se convierte en un progreso hacia la objetividad.

Sin embargo, no debe creerse que superados los siete u ocho años abandonarán sus explicaciones mágicas, antropocéntricas, animistas y finalistas. Acordamos con Hannoun cuando dice que "será un largo camino el que llevará al niño desde considerar el hada de un cuento, los genios o hasta llegar a papá y / mamá como causantes de los fenómenos naturales que lo rodean, / a la aprehensión de las causas objetivas de los hechos que sólo un acercamiento científico permitirá alcanzar".

A propósito de lo expuesto, analicemos la siguiente transcripción del relato de una experiencia efectuada por Piaget // (2) acerca de la evolución que sufren las explicaciones infantiles sobre el atomismo.

"La experiencia más sencilla a este respecto consiste en presentar al niño dos vasos de agua de formas parecidas y dimensiones iguales, llenos hasta las tres cuartas partes. En uno de los dos, echamos dos terrones de azúcar y preguntamos / al niño si cree que el agua va a subir. Una vez echado el azúcar, se observa el nuevo nivel y se pesan los dos vasos, con / el fin de hacer notar que el agua que contiene el azúcar pesa más que la otra. Entonces, mientras el azúcar se disuelve, // preguntamos: 1º, si, una vez disuelto, quedará algo en el a- / gua; 2º si el peso seguirá siendo mayor o si volverá a ser i- / gual al del agua clara y pura; 3º, si el nivel del agua azucarada bajará de nuevo hasta igualar el del otro vaso o si per- / manecerá tal y como está. Preguntamos el por qué de todas las afirmaciones que hace el niño y luego, una vez terminada la / disolución, reanudamos la conservación sobre la permanencia / del peso y del volumen (nivel) del agua azucarada". (...) "En

primer lugar, los pequeños (de menos de siete años) niegan en general toda conservación del azúcar disuelto, y a fortiori la del peso y el volumen que éste implica. Para ellos, el hecho de que el azúcar se disuelva supone su completa aniquilación y su desaparición del mundo de lo real. Es cierto que permanece el sabor del agua azucarada, pero según los mismos sujetos, este sabor habrá de desaparecer al cabo de varias / horas o varios días, igual que un olor o más exactamente igual que una sombra rezagada, destinada a la nada. Hacia los siete años, en cambio, el azúcar disuelto permanece en el agua, es decir, que hay conservación de la substancia. Pero, / ¿bajo qué forma? Para ciertos sujetos, el azúcar se convierte en agua o se licua transformándose en un jarabe que se // mezcla con el agua: ésta es la explicación por mutación de / la que hablábamos más arriba. Mas, para los más avanzados, o curre otra cosa. Según el niño, vemos como el terrón se va / convirtiendo en "pequeñas migajas" durante la disolución: // pues bien, basta admitir que estos pequeños "trozos" se hacen cada vez más pequeños, y entonces comprenderemos que /// existen siempre en el agua en forma de "bolitas" invisibles. "Esto es lo que da el sabor azucarado", añaden dichos sujetos. El atomismo ha nacido, pues bajo la forma de una metafísica del polvo", como tan graciosamente dijo un filósofo /// francés. Pero se trata de un atomismo que no pasa de ser cualitativo, ya que esas "bolitas" no tienen peso ni volumen y el niño espera, en el fondo, la desaparición del primero y / el descenso del nivel del agua después de la disolución. En / el curso de una etapa siguiente, cuya aparición se observa / alrededor de los nueve años, el niño hace el mismo razonamiento por lo que respecta a la substancia, pero añade un // progreso esencial: las bolitas tienen cada una su peso y si / se suman estos pesos parciales, se obtiene de nuevo el peso / de los terrones que se han echado. En cambio, siendo capaces de una explicación tan sutil para afirmar a priori la conservación del peso, no aciertan a captar la del volumen y espe-

ran todavía que el nivel descienda después de la disolución. Por último, hacia los once o doce años, el niño generaliza/ su esquema explicativo al volumen mismo y declara que, pues to que las bolitas ocupan cada una un pequeño espacio, la / suma de dichos espacios es igual a la de los terrones ini-/ ciales, de tal manera que el nivel no debe descender. Este es, pues, el atomismo infantil".

¿A qué se debe esta evolución en las explicaciones infantiles? Recordemos que, según la concepción piagetiana, el conocimiento nunca se constituye independientemente de las estructuras / que lo sustentan. La inteligencia se desarrolla en estadios su cesivos, cada uno de los cuales se caracteriza por un nivel // propio de complejidad de las estructuras lógicas.

Como dice Benlloch (3)

"En el período sensoriomotor se pone de manifiesto có mo la actividad del bebé contiene una lógica de la acción / que asegura una continuidad entre los procesos biológicos / (organización de los reflejos) y los cognitivos.

Este inicio en la filiación de las estructuras inte-/ lectuales conduce sucesivamente, aunque no linealmente, a / los períodos preoperatorios; más tarde a la operatividad // concreta, y posteriormente, a la formal. Cada uno de estos/ períodos se caracteriza por un nivel propio de movilidad in telectual que las estructuras lógicas desarrollan hasta el/ momento.

Situándonos en la operatividad concreta". (...) etapa por la que discurren la mayoría de los niños de nuestra es- cuela primaria ...

"Piaget muestra cuál es la novedad esencial respecto/ a la etapa anterior. Esta consiste en que el pensamiento, /

en lugar de dirigirse constantemente sobre el presente actual de los hechos que se desarrollan, se hace capaz de volver al punto de partida y, por tanto, de considerar la continuidad de un proceso. La posibilidad de contemplar el resultado de una transformación, recorriendo mentalmente el camino inverso que ha dado lugar a la misma, asegura una suerte de conmutatividad y, por tanto, de conservación. Este alcance intelectual trae como consecuencia la realización de una serie de operaciones (acciones interiorizadas y reversibles) de las cuales el niño más pequeño no es capaz, ya que en el período preoperatorio no consigue descentrar su pensamiento de las sucesiones espaciotemporales a que se ven sometidos la percepción de los objetos. Recordemos que los apoyos perceptivos, a falta de compensaciones reversibles, le inducen continuamente a errores.

Es, pues, la conquista de las retroacciones, primero, y la reversibilidad, después, lo que lleva al niño a alcanzar la transitividad y la reciprocidad, y con ello una movilidad intelectual necesaria para conseguir la estabilidad de ciertas nociones. Evidentemente esta estructuración contiene una serie de limitaciones que se verán superadas al alcanzar la operatividad formal".

A medida que la lógica del niño se desarrolla paulatinamente, se produce un cambio paralelo en sus explicaciones sobre los fenómenos del mundo exterior. Es decir, se advierte una correspondencia entre la evolución de las operaciones intelectuales del sujeto y la evolución de la causalidad de los fenómenos.

Pero el cuerpo teórico de la psicología genética contiene, además de la descripción del desarrollo cognitivo, una explicación funcional del mismo, que Benlloch (3) sintetiza de

la siguiente manera:

"Cuando se le presenta un problema novedoso o un fenómeno inexplicable, el sujeto desencadena un mecanismo de incorporación de lo nuevo al conocimiento que posee con anterioridad. Esto se conoce como asimilación. La incorporación de estos datos a aquel conocimiento le permitirá elaborar / una respuesta o explicación de los hechos.

Esta asimilación, sin embargo, no se realiza sin obstáculos. Así, cuando los conocimientos anteriores no responden satisfactoria o adecuadamente a la novedad, el sujeto / se siente empujado a inventar nuevos recursos, modificando / parcialmente o reordenando los anteriores (esta forma del / funcionamiento intelectual se llama acomodación). La doble / actividad de aplicar recursos intelectuales que el sujeto / posee a situaciones que lo permitan y la construcción de recursos nuevos cuando estas situaciones no se someten a una / comprensión suficiente, tiende a una equilibración que asegura la estabilidad de las nociones en juego.

En la teoría de Piaget, tanto el sujeto que construye el conocimiento como el objeto que es asimilado se constituyen en protagonistas de una Epistemología cuya condición // funcional proviene de la naturaleza biológica de la inteligencia.

A lo largo de su obra demuestra que las conquistas // del conocimiento surgen tanto de la construcción individual de los instrumentos intelectuales (estructuras), que permitan asimilar la naturaleza de las cosas, como de la adquisición comprensiva de dicha naturaleza (propiedades de los objetos). Una conquista no puede darse sin la otra, tendiendo ambas a un equilibrio dinámico".

En resumen, podemos decir que desde esta perspectiva el / conocimiento no es incorporado pasivamente del ambiente y no / nace en la mente del niño, ni brota de él cuando madura. El co

nocimiento es construido a través de la interacción de sus estructuras mentales con el ambiente físico y socio-cultural.

Esta teoría constructivista del aprendizaje a la que adherimos y cuyos fundamentos provienen de la concepción epistemológica piagetiana, es un punto de partida indispensable para orientar la elaboración de nuestras estrategias didácticas.

En la etapa de las operaciones concretas los niños necesitan actuar sobre los objetos, apoyando sus operaciones / intelectuales en acciones prácticas, a las que siempre pueden recurrir para modificarlas o confirmarlas. Aunque su pensamiento es capaz asimismo de utilizar "objetos mentales", es necesario que en alguna ocasión haya hecho lo propio con objetos concretos.

El objeto de conocimiento

Justamente por ser los objetos naturales y los construidos por el hombre entidades concretas y de existencia real para los niños, se establece una correspondencia entre los mismos y la experiencia física que requiere el pensamiento infantil para construir nuevos conceptos o nociones. De ahí que las ciencias físico-naturales, por la propia naturaleza de su objeto de estudio, constituyen las disciplinas más accesibles al niño de la escuela primaria.

Desde ya que lo afirmado no significa ignorar que el conocimiento científico va mucho más allá de la simple descripción de los objetos y de la explicación de los sucesos del mundo //

real. Pero el nivel de conceptualización requerido, se irá ///
construyendo en forma gradual, una vez superada la escolaridad
primaria, precisamente sobre la base de las experiencias adqui-
ridas en ese nivel.

Algo similar sucede con respecto al método experimental./
Aunque éste no pueda ser abordado de manera explícita en la es-
cuela primaria, la actividad de experimentación, presente en /
todas las exploraciones de los niños, promoverá su adquisición
en etapas posteriores de la escolaridad. Como señala Benlloch/
(3), sería un logro importante en esta etapa que "los niños //
consigan aprender a organizar sus exploraciones para poder ar-
ticulador satisfactoriamente las explicaciones y los hechos".

"Separar el currículo escolar de las
experiencias pre-escolares y para-escola-
res es sentar un hiato, base de un apren-
dizaje tambaleante y discriminatorio socialmente, dado que el/
nivel de partida del alumno está en función de su procedencia/
socio-cultural". (G. Sacristán).

*El contexto
socio-cultural*

En efecto, todos comprobamos a diario que el niño está in-
fluenciado por distintos factores que componen el medio socio-
cultural al que pertenece. Así, la familia, su nivel económi-
co, la escuela, los medios masivos de comunicación, la tecnolo-
gía, el ambiente rural o el urbano ..., conforman un entorno //
que determina, no sólo los intereses que los chicos pueden de-
mostrar hacia el campo de conocimientos que estudian las cien-

cias naturales, sino también las actitudes que asumen frente a dicho ambiente. Precisamente es a partir del contexto socio- / cultural, que cobran significación y relevancia para ellos /// ciertos y determinados contenidos científicos.

Cabe entonces preguntarnos: ¿de qué manera influyen las / distintas realidades socio-culturales en la formación de los / pre-conceptos científicos sobre un tema determinado?, ¿cómo co- / nocer y aprovechar en el aula la influencia de los medios masi- / vos de comunicación?, ¿cómo interpreta el niño la información / recibida por dichos medios?, ¿deben estudiarse en la escuela / primaria las aplicaciones tecnológicas de la ciencia? Encon- / trar respuestas válidas a estos y otros muchos interrogantes / nos llevará a interpretar con mayor fidelidad el resultado de / nuestras acciones educativas. De ese modo, nuestra tarea esta- / rá dirigida a confrontar la práctica con la teoría que la fun- / damenta, para articular convenientemente dichos planos con la / problemática del conocimiento científico.

2) Principios didácticos básicos

Analizadas las principales instancias que a nuestro jui- / cio deben fundamentar la práctica educativa, se impone ahora / inferir principios didácticos que orienten la organización de / las estrategias metodológicas correspondientes.

En ese sentido, nos parece conveniente analizar en primer / término la propuesta realizada por Ed Labinowicz (4), quien ha

intentado incorporar las ideas de Piaget al trabajo de los /// maestros primarios en las áreas de Ciencias Naturales y de Matemática.

Labinowicz recomienda crear en el aula un ambiente que favorezca el desenvolvimiento de cuatro procesos, que denomina: / experiencia física, interacción social, maduración y equilibra / ción.

El primero se refiere a la exploración y transformación / de objetos mediante la manipulación, para lograr que los niños interactúen con materiales concretos y reflexionen sobre sus / propias acciones. En esta tarea el niño mismo cambia; incremen / ta su bagaje de experiencias personales y coordina la acción / física con la mental. Según Piaget, encuentra "la estructura / de sus propias acciones en los objetos".

Dentro de esta concepción, cuanto mayor es la experiencia de los niños con los objetos físicos de su ambiente, mayores / serán las probabilidades de que desarrollen un conocimiento a- / propiado acerca de ellos. De ahí que en las etapas previas al / pensamiento formal, resulte decisivo enfrentarlos con objetos / fáciles de manejar o, en su lugar, que visualicen los que ya / fueron manejados y pueden así imaginar con poco esfuerzo.

Para que los niños puedan hablar sobre un acontecimiento / es necesario que tengan previamente experiencias propias rela- / cionadas con él. Por eso resulta conveniente que las situacio- / nes de aprendizaje centradas en la acción o en la representa- / ción gráfica de objetos concretos, explorados previamente, pre

cedan siempre a las situaciones que dependen básicamente de la comunicación verbal.

El segundo proceso que señala Labinowicz es el de la interacción social, entendida como comunicación verbal entre compañeros y con los maestros. Dicha interacción permite compartir opiniones, justificar explicaciones, resolver contradicciones y ajustar actitudes, a medida que se va tomando conciencia de otros puntos de vista diferentes a los propios. Este permanente estímulo a una actitud mental crítica y a la "reflexión/discursiva" significa para Piaget una auténtica co-operación, que facilita el ajuste de las ideas y su acomodación progresiva hacia niveles más coherentes del pensamiento.

El tercer proceso a tener en cuenta es el de la maduración intelectual de los niños.

De manera análoga al desarrollo físico, que ocurre naturalmente siempre que se brindan los cuidados necesarios, el desarrollo que conduce a la plena maduración intelectual se produce gradualmente durante un período de tiempo que supera en varios años al de la permanencia de los niños en la escuela primaria. Un tiempo y un ritmo individual de desarrollo que los maestros deben contemplar en sus estrategias para que los chicos puedan reflexionar sobre lo ocurrido en clase, comparar puntos de vista, continuar una investigación en marcha, elaborar una respuesta ante la pregunta del maestro, etc.

Al respecto dice Piaget: "Si estamos dispuestos a perder un poco más de tiempo y dejar que los niños sean activos, per-

mítanles ensayar cosas diferentes y entonces, el tiempo que parece haber sido perdido, en realidad está ganado". "Si Ud. se/pasa un año estudiando verbalmente algo que toma dos años de / estudio activo, entonces realmente ha perdido un año".

El cuarto factor mencionado: la equilibración, se inicia/ con un estado de desequilibrio, provocado en el niño por las / contradicciones entre lo que puede predecir, lo que observa y/ sus explicaciones ulteriores. Dicho desequilibrio o reconoci-/ miento del problema actúa como "disparador" del aprendizaje, / el cual, a su vez, conduce a un nivel superior del entendimien-
to.

Por lo tanto, la equilibración coordina tanto los proce-/ sos que acompañan las experiencias físicas, como los de inter- acción social y de maduración progresiva.

En resumen, desde esta propuesta que hacemos nuestra, el/ aprender está caracterizado como un proceso activo, constructi-
vo e interactivo. De ahí que al planificar e implementar accio-
nes didácticas es conveniente tener en cuenta que:

- * Si las estructuras cognoscitivas se ponen en acción // frente a una situación de desequilibrio entre la nueva/ experiencia y los esquemas previos, será necesario sus- citar situaciones problemáticas o conflictivas que pro- voquen dicho desequilibrio.

- * Si el conocimiento se construye por la interacción suje- to-objeto, entonces el proceso de enseñanza-aprendizaje se centrará en la actividad del niño.

- * Si el conocimiento se construye co-operando con los pares y maestros, será necesario promover tales situaciones cooperativas, organizando tareas en pequeños grupos y confrontándolas luego con el grupo grande.
- * Si la inteligencia se desarrolla gradualmente en etapas sucesivas, será necesario respetar el tiempo y el ritmo que demanda dicha evolución pero al mismo tiempo promover situaciones que estimulen dicho desarrollo.

A los principios mencionados deben agregarse asimismo los que provienen del campo particular de las ciencias naturales, ya analizados en nuestro documento anterior, y referidos a la concepción de la ciencia como producto y proceso.

De igual modo, sería conveniente reflexionar entre todos acerca de los principios didácticos que pueden derivarse de lo comentado sobre el valor educativo de las ciencias naturales en la escuela primaria.

3) Estrategias didácticas que orientan el aprendizaje de las ciencias naturales

Los principios antes mencionados sirven fundamentalmente para elaborar planes generales de acción o estrategias didácticas. Al organizar es imprescindible tener en cuenta el perfil socio-cultural de los niños a los que están destinados, perfil en el que sin duda se incluyen las condiciones particu-

lares de la institución escolar.

Por tal razón, es recomendable que las pautas generales / de dichas estrategias surjan de un trabajo grupal entre maes- / tros de la misma escuela, en tanto que los detalles particula- / res se resuelvan en instancias posteriores, a medida que di- / chos planes son revisados por los maestros del área y luego // por el docente a cargo de cada curso.

En nuestra opinión, nadie está en mejores condiciones que el maestro para observar y escuchar a los niños, descubrir lo que aprenden y conocer sus intereses. Por eso, ninguna "rece- / ta", local o importada, debe imponerse o recomendarse como so- / lución única. A lo sumo, tal como se intenta en este documento pueden proponerse principios para construir un marco de refe- / rencia, válido para que los docentes creen las estrategias di- / dáticas que más se adaptan a su realidad particular o para e- / valuar las empleadas por otros docentes y efectuar las adecua- / ciones correspondientes al contexto.

Precisamente con el propósito de brindar ejemplos concre- / tos y posibilitar su discusión, analizaremos a continuación al- / gunas estrategias implementadas en nuestro país y en el extran- / jero.

Entre las más difundidas y aprobadas se encuentra la uti- / lizada por el programa del SCIS, dirigido por Robert Karplus, / que ya mencionamos en nuestro primer documento (4-5).

El programa del SCIS adoptó un esquema metodológico deno- / minado ciclo de aprendizaje, que permite la alternancia de pe-

ríodos en los que el niño investiga por sí mismo, con otros en los cuales es dirigido por el maestro. Dicho ciclo comprende / tres fases, llamadas de exploración, de invención y de descu-/brimiento.

* Durante la exploración o investigación, los niños observan y manipulan materiales accesibles y fáciles de manejar, con un mínimo de instrucciones. En la medida en que dichos materiales provocan su interés y despiertan su curiosidad el maes-/tro puede, durante varias sesiones, observar actitudes, escu-/char descripciones y explicaciones originales, y alentar la experimentación activa.

Los especialistas del SCIS sostienen que en esta fase los ni-/ños intentan asimilar las nuevas experiencias a su organiza-/ción mental y que por ello generalmente tiene lugar un dese-/quilibrio.

* En la fase de invención o de introducción de conceptos, el / maestro ayuda a los niños a establecer relaciones, centrando su atención en los aspectos más relevantes de sus experien-/cias con los materiales. El maestro también suele introducir o "inventar" un término nuevo para aplicar a algún aspecto / de la experiencia común.

Al concluir esta etapa de introducción de conceptos, casi // todos los niños están experimentando un desequilibrio, pues/ aun se aferran a la construcción de una relación. Para faci-/litar dicha construcción o "invento de la relación, concepto o generalización" se pueden proponer discusiones con el fin

de elaborar un resultado cooperativo del significado.

* En la última fase del ciclo, que consiste en la integración/ del concepto, los niños realizan actividades afines, con objetos semejantes en diferentes contextos o con materiales // nuevos. Ello les permite descubrir nuevas aplicaciones del / concepto abordado en la segunda fase. Así tienen oportunidad de revisar, ampliar y profundizar la comprensión inicial y, / a través del proceso mental de acomodación, llegar a cons- / truir la relación y alcanzar un nuevo equilibrio de nivel su perior.

Esta tercera fase, en la cual se intenta que los niños lle- / guen a la equilibración, puede extenderse durante varias se- siones de clases.

A través del ejemplo que presentamos a continuación se ex- plica cómo llevar a la práctica el ciclo de aprendizaje del // SCIS con niños de seis años, mediante un tema de biología. (6)

Se inicia la lección de biología trayendo al aula seis a cuarios. Estos consisten en recipientes de dos litros que // contienen agua y aproximadamente 12 milímetros de arena en / el fondo, además de algunos lebristes, caracoles y plantas a- cuáticas. Se distribuyen en el aula de modo que todos los n iños estén bastante cerca para observar lo que ocurre dentro.

El maestro orienta la atención de los niños hacia el agua/ del acuario, preguntándoles: ¿Qué me pueden decir del agua/ contenida en este recipiente?" La conversación posterior e- / videnció que por lo menos algunos niños conocían la diferen- cia entre agua dulce y agua salada y sabían que el agua del/ océano es salada.

Al día siguiente el maestro arma un nuevo acuario con agua de mar y organismos marítimos, inclusive cangrejos, estrellas de mar, peces y almejas. Mediante la "prueba del gusto", los niños reconocen el agua de mar como agua salda y la diferencian del agua dulce de los otros acuarios. Reconocen también que los animales del acuario de agua de mar son diferentes de los de agua dulce. A esta altura, el maestro introduce una palabra nueva, "hábitat"; explica a los niños que hábitat es el lugar donde viven organismos, y que el agua dulce es el hábitat de ciertos organismos, mientras el agua de mar lo es de otros. Esto es una invención: la introducción de un concepto nuevo sobre la base de lo que los chicos han observado.

A la invención sigue el descubrimiento. ¿Pueden aplicar // los chicos el nuevo concepto a diferentes situaciones? Para // lograrlo, normalmente el maestro ofrece a la clase otros ejemplos; pero esta vez experimenta con un nuevo enfoque. Pregunta a los niños si pueden mencionar otros hábitats.

La reacción inmediata es decepcionante; pero al día siguiente los chicos mencionan hábitats hasta el cansancio. El maestro aconseja que saquen sus lápices de colores y dibujen hábitats. Entre los dibujos presentados se ve el mar, un arroyo, el aire con aves, un granero con un conejo, un bosque con "árboles de Navidad y un tigre", "musgo con una serpiente, orugas y una lombriz larga".

Luego, los chicos deciden pintar un mural que ilustre diversos hábitats con animales y plantas. El resultado es un cuadro de 1 m por 2,70 m, donde se ven hábitats que van desde la montaña hasta el océano. (*)

Con respecto a su implementación, es necesario aclarar // que el programa del SCIS ha producido un conjunto de recursos didácticos, materiales y técnicos, entre los cuales figuran el

(*) Chester A. Lawson. So little Done - So much to do. Berkeley, Science Curriculum Improvement Study, Universidad de California, 1966, págs. 7-11.

libro del profesor, un estuche de materiales e instrumental, una serie de libros para los niños, organismos vivos y un equipo visual auxiliar.

En el Anexo N° 1 incluimos, a título de ejemplo, un fragmento del "Libro del profesor", del SCIS, tomado de Gega (6),/ correspondiente al centro de interés "Organismos" y relacionado con el tema "Habitat".

Según Karplus, además de su atractivo práctico y de proporcionar orientación al maestro, el ciclo de aprendizaje propuesto se basa en las teorías piagetianas del desarrollo del pensamiento infantil y en la correspondiente teoría psicológica del aprendizaje. Así, la exploración inicial y la fase de descubrimiento estimulan la participación y la experimentación activa que preconiza Piaget, al tiempo que brinda oportunidad de que los niños trabajen en grupo, se expresen y pongan a prueba sus ideas creativas. Por su parte, las clases destinadas a la invención permiten aprender por medio de la explicación y de la discusión.

Dentro del marco metodológico del SCIS la actitud del /// maestro apunta a crear situaciones que estimulen el autoaprendizaje, a seleccionar los recursos más adecuados, a animar, orientar, interrogar y conducir.

Precisamente con respecto al interrogatorio y a la discusión, Mary Budd Rowe, coordinadora del SCIS, observó que habitualmente los maestros y profesores no conceden a los niños // más de un segundo para que comiencen a responder las preguntas

que les formulan. De esa manera, sólo los más rápidos pueden / contestar y generalmente mediante respuestas breves y superficiales. En cambio, si se concede un prudencial "tiempo de espera" de 5 a 10 segundos a continuación de la pregunta y otro intervalo de tiempo tras la respuesta del niño, sin abrir juicio se provoca la elaboración de mayor número de respuestas, mucho más adecuadas y con un aumento significativo de las intervenciones de los niños más lentos. También crece la confianza de los chicos en sí mismos, al punto de llegar a formular preguntas entre ellos. Por otra parte, al reducirse el ritmo de la / discusión, los maestros pueden organizar preguntas y comentarios más reflexivos.

En realidad, el maestro que logra manejar adecuadamente el "tiempo de espera" otorga a sus alumnos la posibilidad de / reflexionar, escuchar las ideas de los demás, compararlas con las propias y considerar los errores, es decir, brinda mayor / número de oportunidades para poner en marcha el pensamiento // crítico.

En opinión del Dr. Karplus, el ciclo de aprendizaje y el / tiempo de espera representan las dos estrategias de mayor alcance elaboradas por el SCIS. No obstante señala: "Las consideraciones teóricas que he descripto ayudaron a esclarecer y dirigir estas experiencias, pero los detalles del programa nacieron de las pruebas e ideas aportadas por los niños en las aulas". "No propugnaría una traducción literal del programa del SCIS para la enseñanza de las ciencias en un contexto diferen-

te. Para su aplicación general a alumnos de cualquier nivel educativo, recomendaría materiales o programas didácticos que:

- a) hayan sido seriamente experimentados con esos alumnos y b)

que incluyan aportes significativos que reflejen su pensamiento.

En el Anexo Nº 2 se transcribe un fragmento de "La construcción del pensamiento científico: un ejemplo concreto", de Genoveva Sastre Vilarrosa, a través del cual puede apreciarse el desarrollo de una propuesta didáctica constructivista, realizada en España, con alumnos del séptimo curso de la Educación General Básica (doce a trece años de edad) sobre el tema: "Componentes de la materia".

Una estrategia que también se encuadra en esta concepción constructivista del aprendizaje se está implementando este año en dos cursos de 1er. año del ciclo básico de la Escuela Superior de Comercio "Carlos Pellegrini" de la Universidad de Buenos Aires, en la asignatura "Introducción a las Ciencias Naturales", con niños de 12 a 13 años de edad. Los detalles de la experiencia se darán a conocer el año próximo en un informe // pormenorizado, que ponemos a disposición de los docentes interesados (7).

4) Acciones y recursos didácticos

Analizaremos ahora los componentes de las estrategias o acciones didácticas, cuya finalidad es estimular la realiza-

ción de distintos tipos de actividades significativas por parte de los alumnos que los orienten en el proceso de construcción del conocimiento.

Es importante destacar que estas acciones serán seleccionadas y ordenadas por el maestro de acuerdo con los conocimientos previos que posean los niños sobre el tema, la naturaleza de los contenidos a considerar, así como por la estrategia didáctica adoptada.

Agruparemos las acciones didácticas, en dos tipos básicos, según la finalidad que persiguen. Así consideraremos acciones didácticas que promuevan: a) conflictos o problemas significativos, b) el análisis y la solución de los conflictos.

Paralelamente a la descripción de las acciones, mencionaremos los recursos, técnicos y materiales, más recomendables para la implementación de las mismas.

4.1. Acciones que promueven los conflictos o problemas significativos.

Es evidente que los problemas más significativos para los niños son los que surgen de su curiosidad e interés.

Por eso la experiencia del docente, su conocimiento sobre los gustos y los intereses de sus alumnos le permitirá encontrar en el contexto vital de los mismos situaciones motivadoras, quizás misteriosas e intrigantes, que despierten su interés y curiosidad, y aún promuevan su creatividad.

La finalidad de la escuela no consiste en tomar en / cuenta cualquiera ni todas las cosas que puedan salir al / paso. Las nociones conceptuales importantes y transferi- / bles a la vida cotidiana serán el principal motivo de re- / flexión.

Cabe destacar, que no siempre se logrará un interés / absoluto de todos los chicos de una clase por la situa- / ción planteada. Ello se debe a que cada uno de nosotros / tiene sus propias necesidades, lo cual provoca una res- / puesta distinta frente a los estímulos que se nos presen / tan a diario.

A continuación describiremos algunos recursos didácti- / cos significativos para la génesis de los conflictos.

Nos referiremos en primer término a los materiales. / Seleccionar materiales que despierten interrogantes en // los chicos y los motiven a buscar soluciones es una de // las tareas más valiosas, aunque quizás la más difícil pa- / ra el docente.

Veamos tres ejemplos de cómo la manipulación efecti- / va con los objetos, aparatos o seres vivos, suscita di- / chos interrogantes.

1er. ejemplo:

"En una unidad de estudio relativa a imanes, el maestro puede reunir una docena de imanes de varias clases y colocarlos en varias mesas".
(...) "Además puede presentar un surtido de clavos y broches sujeta- / papeles, broches rectos (de latón y acero), tres tazones con agua, / un imán de barra suspendido" (...) "Después de pasar revista a nor- /

mas de conducta adecuadas, se invita a los niños a acercarse a los materiales y a descubrir lo que puedan sobre ellos. Luego de un tiempo determinado, los niños vuelven a sus asientos y se los invita a / decir, ante todo, qué han descubierto y luego se los invita a formular las preguntas que deseen sobre sus exploraciones. Como es de esperar, la clase formula preguntas:

1. ¿Cómo se hace un imán?
2. ¿Por qué el imán no puede levantar estos alfileres (de latón, bañados en plata) mientras que levanta estos otros (de acero)?
3. ¿Por qué cuando se hace girar la aguja imantada ésta se detiene / siempre en un punto fijo?
4. ¿Cómo es posible que el imán atraiga a través del agua?
5. ¿Por qué el imán atrae a través de la madera, pero no a través de la hojalata (lámina de hierro estañada)? (6)
6. ¿Por qué este imán es más débil que este otro? (En los demás aspectos son idénticos).

2do. ejemplo:

"Un insecto que ofrece muchas posibilidades para su estudio en el salón de clases es el gusano de tenebrión (tenebrio), que se convierte luego en el escarabajo negro. Los niños usualmente lo observan y lo describen, pero el estudio por lo general se extiende para incluir / explicaciones y experimentos. Un elemento de discordia para la mayoría de los niños es la aparición, tiempo después, de formas más avanzadas de insectos, particularmente al encontrarse con un escarabajo negro adulto. Esta experiencia los lleva a especular con las explicaciones que da el maestro y de probar la racionalidad de la exposición.

Lo que sigue son especulaciones de niños de 6 y medio a 7 años de edad acerca de la aparición del escarabajo adulto en uno de sus recipientes.

Teorías del Escarabajo

- Rafael: Yo creo que el escarabajo entró volando por la ventana.
- Jorge: Yo creo que el escarabajo vino de un gusano cuando se hizo blanco.
- Eduardo: Yo pienso que el escarabajo es un gusano porque tiene rayas en su cuerpo.
- Mauricio: Yo pienso que el escarabajo vino de un gusano o que vino volando.
- Juan José: Yo pienso que el escarabajo vino de un gusano cuando estaba engordando.
- Hugo: Yo pienso que el escarabajo vino de afuera porque no creo que el escarabajo alguna vez fue un gusano.
- Armando: Yo pienso que el escarabajo vino de un gusano del recipiente de Juan José.
- Alejandro: Yo pienso que el escarabajo se arrastró por el salón y se metió en el plato de Juan José.
- Gilda: Yo pienso que el gusano se transformó y se convirtió en un escarabajo.
- Ramón: Yo pienso que el escarabajo es un gusano porque era una larva y cambió.
- Margarita: Yo pienso que el escarabajo es algo que todos tenemos que vigilar.

Muchas posibilidades para experimentar surgieron de las afirmaciones de los niños sobre el gusano.

¿Puede ver un gusano? ¿Prefiere algún color?

¿Qué clase de comida le gusta?

¿Por qué se esconde en la harina de maíz? ¿Alguna vez sale arriba?

¿Qué hace retroceder al gusano?

¿Prefiere un lugar seco o uno húmedo? ¿Frío o caliente?

¿Al escarabajo le gustan las mismas cosas que al gusano?

Los niños pueden explorar las respuestas mediante la experimentación en muchos niveles". (4)

3er. ejemplo:

"En una clase relacionada con la construcción de la noción de equilibrio

brio , puede presentarse dos globos, uno de ellos más inflado que el otro, unidos por una goma, la que estará obturada en el centro por / una pinza. Se estimulará a los alumnos para que emitan opiniones sobre lo que sucederá al soltar la pinza, e intenten fundamentarlas. / Es importante que el maestro trabaje todas las respuestas de los alumnos.

Por supuesto que no siempre se pueden generar conflictos por medio de un "ambiente preparado". Si los materiales son escasos es difícil crear una vasta exploración. // Además, el "ámbito preparado", si bien es excelente para promover la motivación, familiarizar al niño con el tema que va a estudiar y realizar investigaciones preliminares, requiere muchas veces de la observación y guía del maestro, que orienta a un trabajo más analítico, pues investigar solamente preguntas y problemas presentados por los niños puede desviarlo de los objetivos curriculares.

¿Cuáles son otras fuentes significativas en la génesis de los problemas?

Especial importancia deberá adjudicarse a las observaciones realizadas en el entorno inmediato (el barrio, / la escuela, la casa). Fenómenos cotidianos, como la bicicleta que se oxida, la ropa que se seca en el tendedero, la planta que se marchita en el rincón del aula, las transformaciones que sufren los alimentos en la cocina ... pueden ser motivo de curiosidad si se los explota convenientemente.

A lo expuesto puede agregarse la proyección de pelí-

culas, las diapositivas, las ilustraciones de los libros, los programas de radio y televisión, que también aportan/ ideas útiles y motivadoras.

Tengamos presente que en todos estos ejemplos el niño observará, en general, el efecto de un fenómeno natural, como por ejemplo "las ramas de la planta que crecen/ hacia la ventana" o una aplicación del fenómeno, "la ropa bien extendida en el tendedero".

La reflexión deberá dirigirse a las causas de dichos fenómenos: fototropismo positivo en el primer caso; relación entre coeficiente de evaporación y superficie.

Esta observación es importante, pues cuando el maestro quiera plantear un interrogante le resultará operativo buscar los efectos y/o aplicaciones de un principio / científico, si desea que el problema sea relevante para / un mayor número de niños. Debemos tener en cuenta que una generalización presentada como pregunta no constituye un/ problema. "¿Tiene peso el aire?", "¿la luz modifica los / colores?", "¿los vegetales necesitan luz para su desarrollo?", son ejemplos de lo afirmado.

Los recursos mencionados o los interrogantes planteados por el maestro serán útiles para generar situaciones/ de desequilibrio, que como ya se dijo, surgen cuando hay/ una contradicción entre lo que el niño predice, explícitamente o no y lo que observa. Sin embargo, no debe abusarse de estas situaciones de contradicción y reservarlas para

ra ciertos momentos del "ciclo de aprendizaje", especialmente para la etapa de exploración, pues de lo contrario/ el chico percibirá el aprendizaje de las ciencias como una especie de "lucha" permanente entre lo que piensa y la realidad. (Benlloch (3)).

4.2. Acciones didácticas que promueven el análisis de los conflictos.

Promover el análisis de los problemas o conflictos / implica confrontar las explicaciones de los chicos con / los resultados de los fenómenos estudiados, suscitando la discusión permanente del maestro con sus alumnos y de los niños entre sí.

Dicha interacción ayuda a los niños a organizar la / nueva información, ya sea asimilándola o acomodándola a / su marco conceptual.

Estas acciones educativas promueven distintos tipos/ de actividades, entre las que se distinguen por su importancia: las actividades de laboratorio, los trabajos de / campo y las averiguaciones.

Actividades de laboratorio	Si bien hemos llamado "de laboratorio" a las actividades que describiremos, / su nombre alude en realidad a la naturaleza de las mismas, centradas en la observación y en la experimentación, y no al lugar físico en que se desarro-/
----------------------------	--

llan, puesto que el aula y aun la propia casa también pueden ser espacios adecuados para ellas.

Los recursos que se requieren para llevarlas a cabo/ son organismos vivos o conservados, dispositivos que re-/ producen ambientes (acuarios, terrarios, lumbricarios, // etc.), material de vidrio, ciertos reactivos, etc. La mayoría de los maestros de ciencias conoce, además, la utilidad prestada por diversos elementos caseros, como frascos, tapas, cajitas, botellas descartables, etc., que pueden usarse con éxito para reducir el costo del equipo de laboratorio escolar.

Veamos ahora algunas formas de implementar estas actividades.

Una vez suscitado el conflicto, el maestro puede ayudar a satisfacer la curiosidad infantil proponiendo la organización de una observación o de un experimento determinado.

Los procedimientos ideados por los diversos grupos / para verificar sus predicciones pueden luego concretarse/ en su totalidad o sufrir una selección previa a su puesta en práctica, por parte de los mismos chicos, según los // criterios que ellos mismos escojan (factibilidad, coherencia con las predicciones, etc.).

Entre las actividades experimentales más factibles / de ser organizadas por los niños pueden citarse las que / permiten descubrir nuevos ejemplos de objetos o de fenóme

nos, como descubrir alimentos sobre los que se desarro- /
llan los mohos o bien materiales que se oxidan. También a
quéllos en los que intervienen variables que los modifi- /
can, como descubrir cuáles son los factores que afectan /
la presencia de los mohos o bajo qué condiciones se oxida
un material.

Conviene advertir sin embargo, que pocas veces los /
niños de la escuela primaria están en condiciones de reco-
nocer todas las variables involucradas en un experimento,
por lo que resulta conveniente ayudarlos a ser cautelosos
en cuanto a relacionar un efecto observado con la o las /
causas que lo determinan.

Si bien los "tanteos experimentales" que realicen //
los chicos, a través de estas actividades de laboratorio/
organizadas por ellos mismos, no pueden asimilarse estric-
tamente al método experimental, son, como ya señalamos, /
un camino que los acerca a su adquisición progresiva, ///
puesto que promueven su creatividad y les ofrecen oportu-
nidades para una mayor participación y para el razonamien-
to original.

Otro tipo de actividad de laboratorio, más frecuente
entre nosotros, es la que propone y organiza el maestro /
mediante indicaciones orales o escritas, que guían el pro-
cedimiento experimental a seguir, aunque no anticipan da-
tos ni resultados posibles.

En este caso, el objetivo es permitir que los alum- /

nos recojan datos, encuentren relaciones entre los mismos y a partir de ellos elaboren sus propias explicaciones.

Es importante reiterar que todo nuevo concepto o noción es asimilado o acomodado al marco conceptual si se tienen suficientes experiencias conexas con el mismo. Así para construir la noción de tropismo o crecimiento orientado de un órgano vegetal frente a los estímulos del medio, los niños deberán realizar múltiples experimentos, como por ejemplo los relativos al fototropismo, hidrotropismo y geotropismo.

Si todos los alumnos de una clase trabajan con el mismo problema, podrán confrontarse los datos obtenidos por los distintos grupos, compararlos, encontrar relaciones o tendencias entre ellos y elaborar las explicaciones posibles.

Esta forma de trabajo es coherente con la tarea científica, que también requiere de la confrontación y verificación de los datos en forma reiterada.

Como se puede advertir, en este tipo de actividad de laboratorio gran parte del control recae sobre el maestro, quien se encarga de organizar el diseño experimental. No obstante, pueden resultar relevantes en el aprendizaje de las ciencias si brindan un espacio para la reflexión e interacción de los niños, ya que de ese modo la tarea va mucho más allá de un simple registro de datos.

Cuando los alumnos deben aprender una técnica de laboratorio precisa, tal como herborizar plantas, conservar

animales, utilizar un reactivo, medir volúmenes con probetas, etc., el maestro debe proporcionar ciertas indicaciones acerca del procedimiento a seguir y sobre la utilización del equipo. Si no se tiene ese control o se permite/ a los alumnos quedescubran por sí mismos cómo se emplean/ los materiales y el instrumental, probablemente se estropearán muchas cosas y hasta algún alumno puede resultar / dañado.

Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que el a- / prendizaje de dichas técnicas elementales debe estar in- / serto en contextos significativos y variados, ya que repe- / tir diez veces seguidas una habilidad, como por ejemplo, / medir una longitud o un volumen, fuera de una situación / problemática que le confiera sentido, carece de valor edu- / cativo y conduce al aburrimiento y al desinterés. Por o- / tra parte, el utilizar por única vez un instrumento deter- / minado, como el microscopio, el termómetro o la balanza, / no garantiza el completo dominio del mismo.

Aunque en los casos citados es el maestro quien dise- / ña, organiza y controla la tarea, mientras que los alum- / nos se limitan a "hacer", sin duda este "saber hacer" fa- / cilita la investigación de muchos problemas que pueden // surgir en oportunidades ulteriores.

Del comentario anterior se infiere la existencia de/ una gradación en las características didácticas de las ac- / tividades de laboratorio, que se extiende desde las orga-

nizadas casi exclusivamente por los niños, hasta las totalmente pautadas por el maestro, pasando por una serie de situación intermedias. Sin embargo, es preciso reconocer que, aun en las actividades muy estructuradas, siempre cabe la posibilidad de abrir caminos hacia la creatividad, proponiendo a los niños variantes del experimento/ mediante la introducción de nuevos materiales o variables, el planteo de nuevas hipótesis, la formulación de otros / interrogantes.

También es una actividad de laboratorio la construcción de modelos, que los niños pueden idear y confeccionar con diversos materiales para mostrar la estructura y/ o el funcionamiento de un sistema biológico o físico, o para analizar un fenómeno determinado al que es imposible acceder directamente por otros medios. Mediante un modelo, como por ejemplo el del sistema solar o el llamado "aparato de Funke", los niños representan con mayor realismo que en un esquema o dibujo, las relaciones espaciales/ entre las partes y operan sobre ellas para producir transformaciones, observarlas e intentar su explicación.

Trabajos de
campo

Como manifestamos anteriormente, las observaciones realizadas fuera del ámbito escolar adquieren especial relevancia / para el surgimiento de situaciones problemáticas. Pero no sólo tienen esta finalidad. En el accionar pedagógico, //

los "trabajos de campo" constituyen excelentes oportunidades en la búsqueda de datos útiles para la construcción / de un concepto o principio científico.

Estas tareas se asemejan a las "actividades de laboratorio", puesto que brindan experiencia física y se centran en la "acción" del niño, aunque es evidente que difieren en cuanto al lugar físico donde se llevan a cabo. / Nos referimos no sólo a los ambientes naturales, plazas, / jardines, huertas, granjas, zoológicos, museos, sino que / extendemos su competencia a otros ámbitos, como el hogar, el barrio, el almacén, el supermercado, el consultorio médico y el veterinario, etc. Estos y otros muchos lugares / serán propicios para el "trabajo de campo", entendido éste último como el escenario donde se desarrollan los fenómenos o acontecimientos. Paralelamente, diremos que estas actividades requieren para su puesta en práctica de un // tiempo variable, ya que pueden insumir un día, una mañana o tarde, pocas horas de clase o aún parte del tiempo extraescolar. Asimismo pueden ser realizadas por toda la // clase conjuntamente, por un grupo o individualmente.

Las características de distintos ambientes, la distribución de poblaciones, los temas conexos con la salud, los sistemas de producción, el comportamiento de algunos / animales, el movimiento de los astros, etc., son sólo unos pocos ejemplos de las muchas investigaciones que pueden realizarse fuera de los límites del aula.

Cuando analizamos las "actividades de laboratorio" / señalamos la existencia de una gradación en la organiza- / ción de la tarea, según las características del tema, des- / de aquéllas cuyo control está a cargo exclusivamente de / los niños, hasta las muy pautadas por el maestro. Este es / quema puede aplicarse también a las tareas que nos ocupan / Si los niños no pueden organizar por su cuenta la activi- / dad por falta de experiencias previas, el maestro los o- / rientará en la confección del listado de materiales nece- / sarios para el trabajo, las observaciones a realizar o // preguntas a plantear a un encuestado. Teniendo clara la / finalidad de la tarea, será más fácil la preparación de u- / na guía para la observación y obtención de datos, o de u- / na encuesta, tanto cuando éstas sean elaboradas por el // maestro, por los niños en colaboración con el maestro o / por los alumnos exclusivamente.

La preparación previa es de gran importancia para / que la tarea fuera del ámbito escolar pueda aprovecharse / al máximo y no se convierta en un simple paseo. Esto no / significa cohartar la observación espontánea ni la curio- / sidad infantil; al contrario, ambas serán promovidas per- / manentemente.

Los datos obtenidos a partir de estas tareas serán / objeto de un análisis y discusión posterior en el aula, / generarán un sin fin de actividades conexas y aún permiti- / rán el surgimiento de nuevos interrogantes, que requieran

volver al "campo" para continuar la investigación.

No queremos terminar este tema sin expresar nuestra preocupación por la forma depredatoria en que frecuentemente se lleva a cabo la recolección de material vivo en ambientes naturales o diseñados por el hombre. Creemos importante tener en cuenta esta advertencia y reflexionar con los futuros docentes sobre la finalidad de estas tareas que de ninguna manera debe contraponerse con los valores conservacionistas que intentamos promover en la escuela.

Averiguaciones

Siguiendo a George (7) llamamos a veriguaciones a todas aquellas acciones educativas basadas en el desarrollo de nociones o conceptos a partir de datos que no han sido recabados directamente por los propios alumnos.

Como se comprenderá, las averiguaciones intentan estimular habilidades de investigación tales como inferir, predecir, verificar o identificar variables. Por lo tanto consisten básicamente en presentar un problema significativo, que los niños intentarán resolver sobre la base de los datos que se les proporciona.

Dado que estas acciones no están centradas en la manipulación de objetos concretos por los niños, será necesario que, tanto el problema presentado como los datos ad

juntos, guarden estrecha correspondencia con experiencias físicas previas. Además, para los pequeños de los primeros ciclos, resultará preferible trabajar el problema y / los datos mediante imágenes o representaciones gráficas / de objetos reales, mientras que la información escrita cobrará gradualmente mayor importancia a medida que madura / su pensamiento.

Uno de los recursos de empleo más frecuente en nuestra escuela para concretar averiguaciones es sin duda el / texto escolar, muchas veces utilizado como única fuente / bibliográfica.

Al margen de las críticas, justificadas o no, que // pueden formularse sobre el contenido y el enfoque de muchos textos, invitamos a los docentes a reflexionar sobre las posibles maneras de obtener de ellos el máximo provecho.

Pensemos en la posibilidad que brindan algunos libros para analizar fotografías, grabados, dibujos y gráficos impresos vinculados con el tema de una investigación; en la ocasión de realizar la lectura comprensiva de fragmentos elegidos; en la tarea de concretar un trabajo de / laboratorio "inventado" por los alumnos, sobre la base de otro propuesto en el texto ...

Por cierto que el éxito de dichas actividades depende en gran medida de la pericia del docente para llevar / a cabo la selección de los textos más adecuados y organi-

zar acciones que privilegien la construcción de nociones/ y conceptos, en lugar de favorecer la memorización de a-/firmaciones, el simple acopio de datos, el calco de dibu-/jos o la repetición de experimentos cuyas conclusiones se consignan al pie de la guía de laboratorio.

Evidentemente no es lo mismo iniciar una investiga-/ción con la lectura de las instrucciones para realizar un experimento, a la manera de una "receta de cocina", que // promover la discusión sobre un problema, analizar las pro-/puestas de los alumnos para hallar una solución experimen-/tal, contrastarlas con la información de los textos, se-/leccionar los procedimientos más viables, llevarlos a la práctica, elaborar las conclusiones y volver a los textos para discutir las informaciones y generalizaciones.

Como afirma Gega (6): "A diferencia del maestro, el/ autor no puede modificar su material de acuerdo con lo // que sucede en el aula". Tampoco le resulta factible pre-/ver los distintos procedimientos que pueden emplearse an-/te las diversas hipótesis que se elaboran en clase. No // obstante, sí es posible proponer a los lectores una serie de actividades libres optativas, cuyos respectivos proce-/dimientos y conclusiones figuran solamente en el libro // del maestro.

Muchos maestros creativos elaboran sus propias "guías de investigación", ya sea transcribiendo fragmentos de // distintos autores, reelaborando textos o bien redactando/

originales.

Las guías de investigación incluyen en ciertos casos el relato de algún experimento histórico, como por ejemplo el de Torricelli sobre la presión atmosférica o el de Redi sobre la generación espontánea, con el propósito de que los niños los expliquen e interpreten.

La situación creada despierta el interés de los niños por repetir el experimento y lo que es aun más fructífero, los estimula a introducir modificaciones, reemplazar materiales e instrumental, inventar nuevas situaciones o plantear problemas conexos.

A nuestro juicio, una buena guía de investigación debe orientar hacia la comprensión del problema y promover la discusión o interacción de los alumnos, mediante preguntas o planteos vinculados con sucesos cotidianos o experiencias vividas en clases anteriores, con vistas a encontrar soluciones alternativas.

Asimismo conviene incluir en ella referencias o "pistas" que conduzcan a recabar ideas de otras fuentes. Pero como es obvio, nunca debe anticipar explicaciones o conclusiones, cuya elaboración es justamente la tarea que se procura poner en marcha.

ANEXO N° 1

Gega, Peter C. *"La enseñanza de las ciencias en la escuela primaria. Introducción y programas"*. Ed. / Paidós, 1980.

1. Observación de acuarios

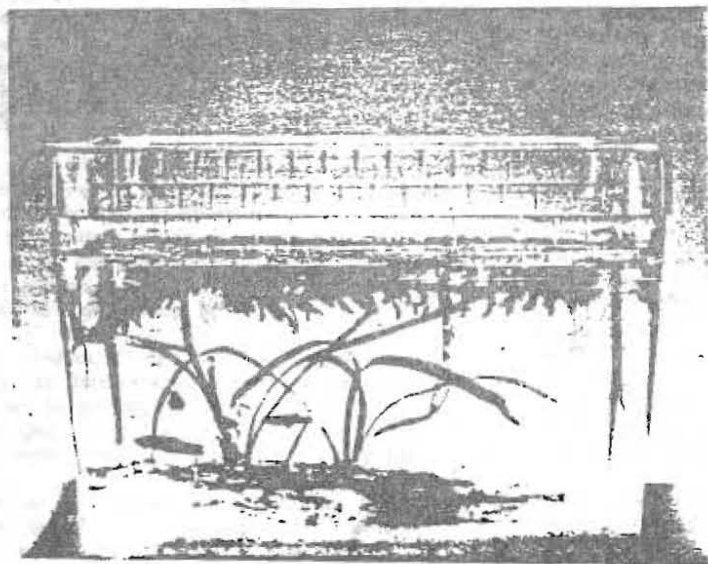
Objetivos: Identificar las partes de un acuario.
 Describir el contenido de un acuario y los fenómenos que ocurren en su interior.
 Comentar las observaciones hechas.
 Hacer preguntas que puedan ser contestadas mediante experimentación con las partes de un acuario.
 Emplear el vocablo "organismo" con referencia a una planta o un animal.

Preparación: Pedir los organismos con tres semanas de anticipación (tarjeta postal A).
 Dejar en reposo el agua corriente durante 24 a 48 horas.
 Tomarse una hora para preparar los seis acuarios.
 Emplear tijeras para acortar unos 2,5 cm la punta de la vareta.
 Preparar los acuarios tal como se explica en las páginas 93-94. Etiquetar los acuarios y colocarlos en diferentes sitios del aula, de manera que quede lugar para que alrededor de ellos se reúnan grupos de niños. Cerciórese de que tres de los acuarios estén colocados cerca de las ventanas o a unos 30 cm de las luces artificiales, y los otros tres estén en partes más oscuras del aula. Esto se hace para que el agua de los que estén cerca de la ventana acabe por tomar una coloración verde (debida a la proliferación de algas), pero que eso no ocurra con el agua de los otros. Esta diferencia se presenta como un problema que los niños deben estudiar más adelante dentro de la misma unidad.

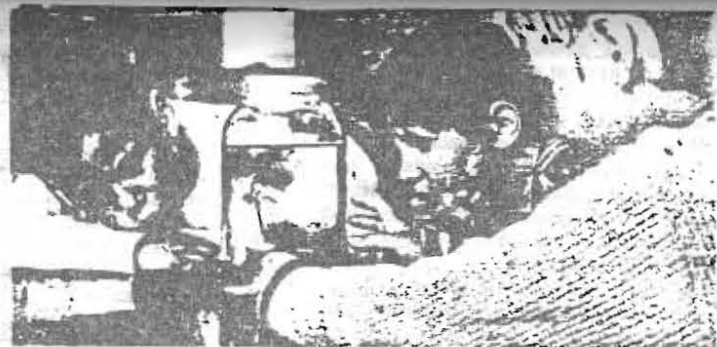
Materiales: 6 recipientes de 4 litros, todos ellos con:
 2 tazas de arena blanca lavada
 agua corriente que se ha dejado reposar
 2 ramitas de elodea
 2 ramitas de vallisneria
 lentejas de agua
 3 pequeños caracoles de estanque
 1 caracol bivíparo
 2 lebistes machos y 2 hembras
 6 gotas de clamidomonas
 10 gotas de abono líquido para plantas
 equipo medidor de pH
 cuentagotas
 red de inmersión
 6 etiquetas
 lupas para todos los niños
 alimento para peces
 vareta (con la punta cortada 2,5 cm)

Distribuir a los chicos en seis grupos, de modo que todos puedan observar un acuario. Mientras los chicos están haciendo esto, el maestro debe caminar de grupo en grupo y escuchar sus comentarios y preguntas. Puede aprovechar lo escuchado para planificar la conversación que deba seguir. En vez de contestar las preguntas directamente, el maestro alentará a los niños a observar y comentarse libremente lo que ven. El vocabulario adquirido por los chicos que han trabajado con *Objetos materiales* se utilizará en las descripciones de contenidos de los acuarios y de las cosas que ocurren en ellos.

- *Debate.* Después de más o menos diez minutos, se reúne a los alumnos y se les pide que describan lo observado en los acuarios. El maestro debe estimular y aceptar todas las respuestas. Si los niños discrepan en algo, el maestro no debe tratar de resolver la desavenencia, sino dejarlos discutir. También puede pedirles que digan lo que debería hacerse para encontrar la respuesta. La finalidad de los informes y la discusión es crear un clima en que los alumnos se sientan en libertad para hablar, comentar y discutir lo que observan y lo que piensan acerca de sus observaciones.



Parte Uno / Fenómenos Naturales de los Acuarios



Para estimular el debate puede recurrirse a preguntas como: "¿Qué observaron? ¿Alguno advirtió algo más? ¿Qué los induce a pensar tal o cual cosa? ¿Cómo podríamos averiguarlo? ¿Alguien quiere preguntar algo a Juan acerca de su informe?". Debe estimularse en los niños la utilización de la palabra "organismo" al referirse a una planta o un animal cuyo nombre no conocen.

- "¿Qué hay en el fondo del acuario?" No debe decirse a los niños que es arena, pero se deberá estar atento a todos los desacuerdos que puedan producirse entre ellos sobre la índole de la sustancia. Esta pregunta debe ser seguida inmediatamente por la Parte Cuatro (página 45), pues en ella se introduce uno de los conceptos básicos del programa de ciencias biológicas: el hábitat. Las actividades que siguen pueden ser realizadas de manera espontánea e informal por pequeños grupos de niños o por la clase entera cuando haya oportunidad de observar el acuario.
- *Lupa.* Entregar a cada niño una lupa, a fin de que pueda examinar más atentamente el contenido de los acuarios. Enseñar a los niños la manera de lograr más aumento juntando dos o más lupas.
- *Preguntas no contestadas.* Cuando los niños formulan preguntas sobre las cuales quieren investigar, es útil anotarlas en un sitio que permita a los chicos referirse a ellas frecuentemente durante toda la unidad. De cuando en cuando, se preguntará si tienen algo que preguntar acerca de lo que han observado. Se les dirá: "¿Qué están pensando?". Y es posible que se los induzca a expresar una considerable sucesión de preguntas. En esta guía, el maestro encontrará sugere-

Parte Uno / Fenómenos Naturales de los Acuarios

rencias destinadas a ayudar a los niños a responder a algunas de sus preguntas. Es probable que formulen otras que no están incluidas en la presente guía; por lo tanto, deben armarse experimentos que también respondan a éstas. (Véase pág. 92.)

- **Alimentación de los peces.** Las relaciones de alimentación de diversos organismos entre sí se abordarán más adelante. Aquí los niños pueden realizar una labor que sirva de introducción, alimentando los lebistes y observando cómo comen. Cada día debe colocarse apenas una pizca de comida (más o menos 1/32 de cucharada de té) en cada acuario. Los niños pueden ocuparse de la alimentación, pero el maestro los vigilará para cuidar que no les den comida de más.
- **Huevos de caracol.** En las hojas de las plantas y en los costados del acuario aparecerán grupos transparentes de esferitas. Los niños pensarán diversas cosas acerca de lo que pueden ser, y en el capítulo 2 (página 24) se presentan sugerencias sobre la forma de proceder.
- **Lebistes recién nacidos.** En su momento habrá por lo menos en uno de los acuarios, lebistes recién nacidos. Los niños podrán advertir, con gran emoción, que los adultos se comen a los recién nacidos. A menudo éstos encuentran en las plantas un refugio salvador. Para impedir que todas las crías sean devoradas, se puede colocar a los peces adultos en otro acuario. (Véase pág. 24.)
- **¿Lebistes o renacuajos?** Es posible que algunos chicos piensen que los lebistes, sobre todo los muy jóvenes, son renacuajos. El maestro preguntará cómo se puede averiguarlo y proseguirá basado en sus sugerencias. Tal vez convenga trasladar algunos de estos peces más jóvenes a otro recipiente, donde se los puede observar mejor. (Véase pág. 24.)
- **Machos y hembras.** El nacimiento de los pequeños lebistes puede fácilmente suscitar esta pregunta: "¿Cuáles son las madres y cuáles los padres?" En el capítulo 3 (pág. 25) se describe un experimento que tiene por objeto ayudar a responder a esta pregunta.
- **Muerte de un pez.** Algunos peces morirán, y esto puede suceder casi inmediatamente después de haber armado el acuario. Si así ocurre, deben dejarse los peces muertos por lo menos en uno de los acuarios.

de manera que los niños puedan ver lo que sucede. En el caso de que en varios acuarios haya peces muertos, se los puede colocar en uno solo. (Véase pág. 27.)

- **"¿Qué es esa sustancia negra?"** Es posible que los niños adviertan inmediatamente una sustancia oscura (detrito) en la arena. Se puede utilizar la varetta para reunir un poco de esta sustancia y colocarla en la depresión de un vaso dado vuelta, donde los niños la puedan observar con mayor facilidad. El maestro permitirá que éstos especulen acerca de la naturaleza de la sustancia, pero no ahondará en el tema por el momento. De él trata precisamente la parte ocho. (Véase la pág. 87.)
- **Anotaciones relativas al acuario.** Es posible que a los chicos les resulte útil llevar anotaciones de lo ocurrido en el acuario, a fin de poder consultarlas cada vez que se haya producido algún cambio. Este registro puede consistir en una lista del contenido del acuario, dibujos, fotografías tomadas con cámara Polaroid o cualquier cosa sugerida por los niños. Muchos maestros han comprobado que a los niños les encanta hacer este trabajo si no se les impone como una obligación.
- **Nivel de agua.** Como los acuarios no están tapados y, por lo tanto, se hallan expuestos al aire, el agua se evaporará, y su nivel descenderá paulatinamente. Cuando los niños adviertan el cambio de nivel, se les podría preguntar qué ha pasado con el agua. El tema de la evaporación aparece nuevamente en el capítulo 10 y en unidades posteriores de este programa. No se debe cambiar el agua. Agregar, simplemente, la cantidad de agua corriente necesaria para reponer la evaporada. Será conveniente disponer, en todo momento, de cinco a diez litros de agua corriente estacionada para este fin. Si los niños quieren preparar acuarios en sus hogares, se les indicará que es conveniente dejar que el agua repose en un recipiente sin tapa durante uno o dos días. De este modo, el cloro (que se pone en el agua potable para matar los pequeños organismos perjudiciales para los seres humanos) podrá desaparecer y no dañará a los peces.
- **Nombres de los organismos.** Una vez que los niños hayan diferenciado todas las clases de organismos que se encuentran en un acuario, querrán conocer los nombres de cada uno. Por supuesto, será necesario decirles estos nombres. (Véanse págs. 113-120.)

• **Cuadro gráfico de palabras.** Los niños conocerán palabras nuevas mientras realizan las actividades de esta unidad. Dado que a veces confunden esos vocablos al comentar oralmente sus observaciones, podría indicarse a la clase que construya un cuadro gráfico de esas palabras, con ilustraciones que los ayuden, a medida que se vaya introduciendo el nuevo léxico. El glosario que figura como parte de esta publicación (páginas 134-136) aclara esos términos.

• **"¿Cómo respiran los peces?"** Esta pregunta se formula a menudo, pero hemos decidido no ocuparnos de ella en esta unidad. En la explicación intervienen muchas nociones complejas referentes a gases disueltos en el agua y hemos comprobado que los niños de esta edad no están en condiciones de comprenderlas.

• **Actividad siguiente.** El gráfico plegable (contratapa) sirve de guía para el orden en que pueden abordarse las distintas partes de la unidad. Según cuáles sean las reacciones de los niños, lo que deberá tratarse a continuación es:

Parte cuarta: Hábitat ("¿Qué hay en el fondo del acuario?"),

Capítulo 2, Nacimiento y crecimiento de lebistes y caracoles,

Capítulo 4, Muerte en un acuario,

Parte quinta, Algas ("¿A qué se debe que el agua sea verde?").

Pueden abordarse en cualquier momento dos grupos de actividades que son independientes de los fenómenos que se producen en los acuarios. Son ellas:

Parte segunda, Semillas y plantas y

Parte tercera, Diversidad de los organismos.

ANEXO Nº 2

"Procesos intelectuales y aprendizaje". Publicación del Ayuntamiento de Barcelona, IMIPAE, 1986.

La construcción del pensamiento científico: un ejemplo concreto

Genoveva Sastre Vilarrosa

Una de las problemáticas subyacentes a gran porte de los estudios psicopedagógicos es el tipo de relaciones que se establecen entre objetivos didácticos, desarrollo y aprendizaje.

Con el presente trabajo pretendemos mostrar que a partir de un "aprendizaje constructivista", centrado en el ejercicio sistemático de los instrumentos/mentales de que dispone el escolar, se pueden alcanzar "objetivos didácticos"/de nivel de complejidad superior al nivel evolutivo con que se inició el aprendizaje.

El aprendizaje aparece en la experiencia que detallaremos o continuación, como una estrategia didáctica susceptible de estimular y enriquecer el desarrollo. En el transcurso de este aprendizaje, los escolares accedieron a los objetivos didácticos a partir de un proceso constructivo que les permitió, o lo // vez que desarrollar su potencial evolutivo, descubrir los conocimientos básicos del programa escolar del área de ciencias de la naturaleza.

A nuestro modo de ver, esta interrelación prueba que todo hecho didáctico es el resultante de una red de relaciones multidireccionales entre desarrollo, aprendizaje y objetivos didácticos. El desarrollo es el resultante de un proceso madurativo en el que confluyen factores procedentes del medio (entre los // que el aprendizaje escolar tiene un papel muy importante) y factores procedentes del sujeto. El aprendizaje depende del nivel evolutivo del sujeto y de la experiencia que se le ofrece. Es un instrumento pedagógico que depende del desarrollo y que a la vez lo favorece. Los objetivos didácticos son vehiculizados de esta doble relación.

Por diversas que sean las formas de intervención didáctica, todas se enfrentan a un problema común. ¿Cómo conseguir que el patrimonio cultural de una sociedad se transforme en desarrollo intelectual de sus individuos? ¿Qué puentes mentales deben establecerse entre lo individual y lo colectivo para asegurar la pervivencia de ambos?

La didáctica es un quehacer social que intenta incidir en la interacción/(individuo-medio) bajo la modalidad (desarrollo-aprendizaje). De ahí que desarrollo, aprendizaje y objetivos didácticos constituyan una unidad dinámica y cam-

pleja que no puede ser reducida a la mera yuxtaposición de las partes. La unidad más elemental del hecho didáctica está formada por la interrelación de estos tres factores. Cada uno de ellos tiene entidad propia y a la vez está indisolublemente unida a los demás.

Con el propósito de mostrar cómo se relacionan ambos aspectos, expondremos brevemente una experiencia que realizamos con niños de segunda etapa de // EGB relativo a los conocimientos del área de ciencias de la naturaleza. Dicha experiencia consta de dos partes claramente diferenciadas. La primera es un estudio del nivel evolutivo en relación a la conservación de la materia en el // transcurso de una disolución, y la segunda es un estudio del aprendizaje constructivista sobre el mismo tema. (Se transcribe a continuación sólo la segunda parte).

Componentes de la materia: objetivos didácticos e ideas de los alumnos

Los distintos conocimientos de este tema giran alrededor de conceptos cuyo desarrollo histórico ha sido muy laborioso. Lentamente, y a partir de un constante diálogo entre técnica y ciencia, el hombre ha llegado a explicar la composición de la materia a partir de la combinación de sus átomos.

El niño, a partir de situaciones experimentales, deberá redescubrir, a la vez que los pilares elementales de la química moderna (noción de molécula y átomo), algunos técnicas que permiten operar sobre ellas (disoluciones y reacciones).

Podemos sintetizar los conceptos que debe aprender en los puntos siguientes:

1. Las sustancias están formadas por las reuniones de átomos.
2. Los átomos de algunas sustancias se agrupan formando moléculas.
3. A partir de algunos procedimientos físicos podemos separar los moléculas de una sustancia.
4. Los cambios físicos no modifican esencialmente las propiedades de las sustancias.
5. A partir de procedimientos químicos podemos separar los átomos de las sustancias.
6. Al variar la combinación de los átomos de las sustancias obtenemos sustancias diferentes o las reaccionantes.

Son, sin lugar a dudas, conceptos abstractos, contruidos a partir de inferencias complejas, que no pueden aprenderse con la simple observación de fe-

nómenos.

Para juzgar una propuesta didáctica, es necesario saber qué ideas tiene / el alumno de estos conceptos, cómo los entiende y qué significados les confiere. Veamos cuáles son estas ideas.

El muchacho de doce-trece años (séptimo curso de EGB) ha tenido en su vida cotidiana una gran diversidad de experiencias que le han permitido desarrollar todas sus sentidos y descubrir propiedades de los objetos circundantes. / Tiene un conocimiento práctico que le lleva a organizar sus actos de acuerdo a las características esenciales y funcionales de los seres que le rodean. Sabe / para qué sirven, conoce sus colores, sabores, así como las sensaciones visuales y táctiles que le producen.

Esta riqueza de conocimientos prácticos, elaborados con informaciones recogidas a partir de los distintos sentidos, contrasta enormemente con la pobreza de sus métodos de exploratorios en clase de química. Así, por ejemplo, si / le pedimos que explique un sistema material presente, la mayoría de las veces / se limita a enumerar uno de sus usos, y a describir sus impresiones visuales, / a los que supedita sus explicaciones. El dominio casi exclusivo de la visión y el bloqueo de los otros sentidos, limita enormemente el pensamiento químico. / Recordemos que una parte de los índices necesarios para inferir el comportamiento de la materia, es sólo accesible a nuestros ojos si nos ayudamos con aparatos ópticos potentes y que algunos cambios no visibles de la materia pueden inferirse a partir del color, el gusto, el olor y el tacto.

Para interpretar los fenómenos químicos es, pues, necesario abrir los /// puertos de todos los sentidos, utilizar los instrumentos que actúan como amplificadores de cada uno de ellos, coordinar la información extraída de los distintos canales y elaborar las inferencias explicativas pertinentes. Si no tenemos en cuenta todas estas condiciones, corremos el riesgo de imaginar un mundo supeditado a nuestras percepciones visuales en el que sólo continuaría existiendo lo visible, o de movernos en un sistema fluctuante en el que la conservación de la propiedad de un mismo elemento dependería de la naturaleza del // sentido que utilizamos para su análisis.

Esta segunda modalidad es justamente la que caracteriza la conducta de // nuestros alumnos cuando abordan el estudio de las ciencias de la naturaleza. Así, por ejemplo, para gran parte de ellos la conservación de un soluto incoloro, inodoro e insípido es muy problemático. Y en función de que modifiquemos, / en parte o totalmente, el aspecto fenomenológico del soluto, resolverán con mayor o menor facilidad el problema planteado, yendo de afirmar la desaparición /

total del elemento a simultonear su conservación con la desaparición de algunas de las propiedades generales de toda materia, para pasar posteriormente a comprender que pese a que el cuerpo disuelto no sea visible, mantiene constantes sus propiedades generales.

En el estudio del nivel evolutivo, hemos visto que, en séptimo curso, se dan cuatro tipos de conductas. En un primer nivel se afirma que el azúcar disuelto ya no está en el vaso (esta conducta fue minoritaria, con un 5%). En un segundo nivel se explica la conservación del azúcar sólo en función del sabor y se afirma que el azúcar disuelto no pesa ni ocupa espacio (15%). En un tercer nivel se afirma que el azúcar disuelto pesa, pero continúa negándole extensión (un 30% con dudas y un 5% estabilizado). Y en un cuarto nivel se afirma que disuelto o no disuelto existe, tiene sabor, pesa y volumen (20% con dudas y 25% con seguridad).

Una característica común a la casi totalidad de los chicos consistió en explicar que si no veíamos el azúcar era porque éste se había dividido en partes cada vez más pequeñas hasta llegar a convertirse en gotitas de agua, o burbujas gaseosas. Otra característica común consistió en utilizar incorrectamente la terminología científica: átomo, partículas y moléculas son palabras que emplearon para explicarnos que el azúcar después de dividirse en partes pequeños ha desaparecido o que cuando las partículas son tan pequeñas que no se ven es porque se han convertido en aire o agua.

El octavo de EGB, cuando todavía no ha transcurrido un año desde el estudio de los contenidos científicos anteriormente apuntados, sólo un 40% de los muchachos está seguro de que el azúcar disuelto conserva su volumen. Es decir, que saber repetir la definición de molécula y de átomo, saber decir en que se diferencian las disoluciones de las reacciones no lleva forzosamente o comprender, en una situación tan sencilla como la que nosotros planteamos, que el soluto de una disolución mantiene invariable su peso y su volumen.

Estos conductas, que pueden parecerse aberrantes, ilustran el desarrollo del pensamiento infantil en la génesis de una noción básica por el aprendizaje de las ciencias: la divisibilidad de la materia. Nos muestran el conocimiento como una progresiva aproximación a la objetividad científica, en la que cada nivel es un éxito en relación al anterior y un fracaso en relación a los venideros. Y nos informan del escaso valor de la información recibida en clase para comprender fenómenos tan elementales y cotidianos como disolver azúcar en agua.

el aprendizaje favorece el desarrollo de la inteligencia para hacer accesible/ la comprensión de la cultura. En la enseñanza se castiga el error, porque en ella no tiene cabida el niño. En el aprendizaje constructivista el niño avanza/ tomando conciencia de sus propios errores y limitaciones. En la enseñanza se / obstaculiza la interacción entre el modelo adulto y el nivel evolutivo del escolar. En el aprendizaje constructivista se estimula al máximo dicha interac- / ción.

Nuestra propuesta didáctica recoge el momento evolutivo y, a partir del aprendizaje constructivista de las nociones básicas de las distintas áreas del/ conocimiento, estimula el desarrollo de las potencialidades intelectuales del/ escolar. En el caso concreto de la experiencia, que detallaremos a continua- / ción, a partir de la constatación del nivel de comprensión que el escolar me- / dia tiene de la composición de la materia, ofrecemos una serie gradual de ejer- / cicios de aprendizaje encaminados a favorecer una mejor comprensión de las pro- / piedades de la materia y a estimular el desarrollo intelectual del escolar.

El aprendizaje constructivista que hemos diseñado consta de tres grandes/ aportados. El primero va dirigido al ejercicio sistemático de los sentidos al/ observar los fenómenos de la naturaleza. El segundo, al estudio de mezclas y / disoluciones. Y el tercero introduce el concepto de reacción.

Expandiremos o continuación las líneas generales y algunos ejercicios co- / rrespondientes a los aportados mencionados. Al presentar los ejercicios, expli- / caremos las conductas más significativas de los muchachos que siguieron la o- / plicación experimental de esta propuesta didáctica.

Serie I. Ejercicio sistemático de los sentidos

Conviene que el muchacho, al elaborar hipótesis, se sitúe en un marco lo/ más amplio posible de conocimientos, e integre en él informaciones inferidas / a partir de un análisis plurisensual de los fenómenos, que aprenda o sinteti- / zar en un solo acto de pensamiento conocimientos elaborados por caminos distin- / tas.

Para ello proponemos iniciar el aprendizaje dedicando algunas clases al e/ ejercicio específico de cada sentido, y pasar posteriormente a describir un mis- / mo fenómeno teniendo en cuenta las percepciones procedentes de todos y cada u- / na de los sentidos.

Presentamos a título ilustrativo, los objetivos, ejercicios y evolución /

de los closes dedicados al ejercicio de la visión y del tacto.

1.A. Percepciones visuales

Objetivos:

- a) Relativizar las percepciones de nuestros ojos.
- b) Usar espontáneamente lentes de aumento.
- c) Iniciar el conocimiento de que lo material está formado por partículas invisibles a nuestros ojos.

Para alcanzar estos objetivos, sugerimos que se haga contrastar la experiencia visual que se obtiene sin ningún instrumento óptico, de lo que se obtiene con un lupo o un microscopio.

A título de ejemplo describiremos tres closes que realizamos con chicos de séptima y explicaremos los conductos más significativos que observamos durante el aprendizaje. El esquema de las tres clases fue el mismo. Se les daba una sustancia determinada, se les advertía que podía ser distinta o lo que o simple vista parecía y se les pedía que ayudándose del instrumento que quisieran dijeran de qué se trataba y comprobaron luego la corrección o incorrección de su respuesta.

En la primera sesión colocamos encima de la mesa mezclas de polvo de tizas de colores diferentes. La proporción de las mezclas era tal que si bien uno de sus componentes no era perceptible o simple vista, el color resultante no podía obtenerse sin él.

Tras advertirles de que la apariencia puede ser engañosa, les incitamos a que indagaran de qué se trataba y a que describieran luego lo que era, e inventaron para sus compañeras una adivinanza relativa a cada mezcla. Nuestras continuas sugerencias a utilizar algún instrumento cayeron en el vacío, las advertencias les sirvieron sólo para mirar con más atención y para hacer una descripción detallada de las mezclas. Cuando de verdad se dieron cuenta de su error fue cuando les pedimos que nos dieran tiza en polvo del mismo color que el de la mezcla descrita. Cuando comprobaron que el color por ellos anunciado no correspondía a la mezcla se asombraron, y su primera reacción consistió en buscar más tizas. Al comprobar que no existía una tiza del color correspondiente a la mezcla, recordaron nuestras palabras, volvieron a mirar los instrumentos que les habíamos ofrecido, seleccionaron el lupo y observaron con ella las mezclas.

Todos sabían que entre el instrumental había varios lupos, puesto que les

pedimos que enumeraran uno a uno los objetos presentes, incluso algunos chicos la tuvieron en sus manos, todos supieron explicarnos su utilidad. ¿Por qué // pues, no la emplearon de inmediato?, ¿por qué tardaron más de cuarenta y cinco minutos en aplicar una información que habían demostrado poseer?

Entre las múltiples factores que sin duda intervienen en este hecho, queremos destacar el valor casi absoluta que el chico confiere a sus ojos y el es caso valar de las palabras del adulta para modificar las conductas de los jáve nes. Explicar que una lupa es una lente que aumenta nuestra visión no capacita para resolver problemas en que se deba aumentar el campo óptico; para ello es/ necesario tomar conciencia de las discrepancias entre las previsiones y la rea lidad. El conflicto así generada pravaca una actitud de búsqueda que pane en / causa las bases en las que se cimentaban las hipótesis iniciales. La diferen-/ cia de color entre las mezclas presentadas y el material seleccionada por los/ chicos, les llevó en un primer momento a mirar con más detenimiento, pero al / comprobar que ella no era suficiente desconfiaron de sus ojos y se oyudaron // del instrumento adecuado. Este proceso mental no puede en modo alguno ser sus- tituido ni por las palabras del maestro ni por experiencias totalmente dirigi- dos en los que el alumno es sólo el sujeto agente de otro pensante.

Fueron necesarias tres horas de clase, durante las cuales reolizaron ejer- cicios similares a los que acabamos de describir (pero con materiales muy di-/ versos, imágenes televisivos, sonre, etc.), para que llegaran a utilizar es-/ pontáneamente la lupa y el microscopia.

I.B. Percepciones táctiles

Objetivos:

- a) Inferir, a partir de sensaciones táctiles, propiedades de los cuerpos.
- b) Extraer la temperatura como una propiedad fundamental de la materia.
- c) Concienciar los límites del tacto para objetivar la temperatura de los cuerpos y utilizar espontáneamente aparatos que superen estos límites.
- d) Iniciar el conocimiento de los cambios energéticos.

La temperatura de los cuerpos ocupa un lugar destacado en la química. To- mor conciencia de la temperatura y de sus modificaciones es fundamental para / comprender la mayoría de los conceptos que el estudiante debe aprender. Lo im- portancia de esta propiedad contrasta enormemente con la poca atención que de/ manera espontánea le concedemos. En términos generales nos referimos a ella //

cuando alcanza niveles muy altos, o muy bajos. Nos comportamos como si sólo // existieran temperaturas extremas.

¿Cómo educar este aspecto de nuestra mente? ¿Cómo preparar al chico para que pueda asimilar correctamente que algunas reacciones modifican la temperatura de los elementos? ¿Cómo conseguir que estos palabras no caigan en el vacío? ¿Qué hacer para que él se familiarice con una propiedad que permanece tan alejado de su mente, y sea capaz de reconocerlo en los fenómenos de su vida cotidiana?

Nuestra propuesta abarca dos vertientes complementarias: descentrar los / conductos exploratorios de la visión y educar el tacto. Ambos aspectos pueden / abordarse con ejercicios muy simples. A continuación daremos algunas ideas y e / jemplos de conductas infantiles sacados de nuestra experiencia.

Iniciamos el aprendizaje colocando dentro de una caja cerrada diversos ob / jetos, una caja vacía igual a la anterior y un conjunto muy heterogéneo de ob- / jetos, y les pedimos que sin abrir la caja averiguaran lo que contenía. Los // chicos abordaron esta experiencia con poco rigor: zarandearon una o dos veces / la caja cerrada e intentaron rápidamente averiguar lo que contenía. Después de comprobar repetidas veces su fracaso, fueron matizando la técnica, hasta lle- / gar en algunos casos a mover en todas las direcciones posibles la caja, modi- / ficar la velocidad del movimiento, sopesarla cuidadosamente y utilizar la atra- / caja como elemento de comparación, colocando en ella objetos que hipotéticamen- / te pudieron producir sensaciones similares a las obtenidas.

En la segunda clase encaminamos la conducta exploratoria hacia el tacto. / Con los ojos cerrados palpaban objetos, e iban enumerando sus características / hasta haber adquirido la información necesaria para decir de qué objeto se tro / taba. En esta experiencia constatamos el escaso valor que concedían a la tempe / ratura como índice significativo de los cuerpos. Se limitaron a hablarnos de / forma, tamaño y textura. Propiedades éstas que fueron analizando cada vez con / mayor detenimiento.

Al comparar la falta de recursos exploratorios y la imprecisión que mos- / traban en sus descripciones al iniciar estas dos clases con las estrategias // sistemáticas y las descripciones últimas, vimos que tenían un potencial que no estaban acostumbrados a utilizar, pero que puede ser adecuado y formar la base para inferencias posteriores.

Organizar el conjunto de acciones que nos permitan explorar sin mirar, es un paso que facilita el acceso a elaborar y considerar propiedades no directa- / mente visibles. No podemos ver la temperatura de los cuerpos; el tacto sí pue-

de remitirnos a ella, pero curiosamente empezamos dirigiendo la atención hacia los aspectos visibles (forma, tamaño) y sólo cuando éstos son insuficientes se pasa a resolver el problema que tenemos planteado pensando en propiedades no / visibles. Ejercitar el tacto en situaciones muy diversas, hacer que se eduque / la capacidad de retener (a partir del tacto) propiedades cada vez más abstrac- / tas, es una condición necesaria para dar a la temperatura su valor.

Una buena técnica para abarcar su aprendizaje puede consistir en hacer di / ferenciar fenómenos que sean ópticamente semejantes y tengan temperaturas dis- / tintas.

Es fácil organizar situaciones de este tipo. Coloquemos en un sitio visi- / ble varias sustancias perceptivamente semejantes: tres sólidos blancos crista- / línos y dos líquidos transparentes. Elijamos los sólidos, de manera que el pri- / mero provoque con el agua una reacción endotérmica, el segundo exotérmica y el / tercera no la modifique. Seleccionemos un líquido que mantenga la temperatura / constante y otro que al mezclarla aumente de temperatura. (*)

Realicemos una a una todas las combinaciones posibles, sin mostrar en nin- / gún caso qué sustancias mezclamos ni dar a conocer su nombre; hagamos que el / chico tenga que averiguar cuáles hemos mezclada y pedir las para producir la // mezcla dada.

Color, forma y tamaño son propiedades no pertinentes al problema que plan- / teamos, puesto que ópticamente ni los sólidos ni los líquidos utilizados se di / ferencian entre sí. Los chicos, para salvar los obstáculos que encuentran en / esta tarea, deben analizar y comparar con detalle tanto las sustancias inicia- / les como los resultados de sus mezclas y tomar forzosamente en consideración / los cambios de temperatura.

La simplicidad de nuestra técnica no debe hacernos pensar que el aprendi- / zaje sea fácil. Para que los chicos lleguen a pedir -das sustancias que al jun- / tarse se calienten- (estas fueran sus palabras), es necesario que aprendan que / todas las propiedades visibles, a las que ellos confieren mayor interés, no // son pertinentes, y es necesaria también que pasen de analizar las sustancias / aisladamente a experimentar sobre su interacción. Ambos aspectos requieren un / esfuerzo mental que debe realizar el chico. Nuestra técnica es sólo una situa- / ción que estimula, motiva y regula. Ellos, que no nosotros, son quienes deben / resolver los problemas. La técnica puede ayudarles ofreciéndoles situaciones /

(*) En nuestro caso, los elementos fueron los siguientes: agua, tiosulfato só- / dico, sodio, sulfúrico, almidón.

que les permitan contrastar sus conocimientos con la realidad, pero no podrá / jamás sustituir su esfuerzo mental. Así, por ejemplo, si cuando para reprodu- / cir una mezcla endotérmica nos pide "polvos blancos", "unos polvos", "aquellos cristales", y pese a la confusión de la demanda le damos la sustancia adecuada somas nosotros quienes resolvemos el problema; si, por el contrario, pora que / tomo conciencia de la ambigüedad de su demanda le damos justamente la sustan- / cia que produce una temperatura distinta a la atendida, el desajuste entre sus / previsiones y la realidad le forzará a despreciar el color y el aspecto crista- / lino como propiedades diferenciadoras y a buscar las pertinentes al problema / planteado.

Descubrir la temperatura a partir del tacto, es condición necesaria, pero / no suficiente. Introducir su medida objetiva es el paso siguiente a realizar. / Nuestro cuerpo nos da una información relativa de las temperaturas. Así que, / ¿cómo pasar a su medición exacta? ¿Dar un termómetro y pedir que digan la tem- / peratura de distintos cuerpos? Lo que acabamos de exponer evidencia que el te- / ma no es tan sencillo. La dirección abusiva de las conductas de los chicos, // les obstaculiza para utilizar y generalizar las informaciones obtenidas.

Cualquier técnica que haga descubrir la relatividad de las sensaciones // / tóctiles y la necesidad de superar esta deficiencia, tendrá un valor mucho mo- / yar que el dar directamente el instrumento o utilizar. La técnica que nosotros / empleamos consistió en colocar en distintos recipientes agua a temperatura am- / biente, y en otras agua cuya temperatura difería mucho de la ambiental (unos / caliente, otros frío). Agrupamos a los chicos de dos en dos, o unos les pedi- / mos que durante dos minutos tuvieran las manos en agua o temperatura ambiental / a otros en la caliente y a otros en la fría. Después cada pareja anotó cómo es / taba el agua que el había tocado.

A continuación cambiaron sus manos de recipiente y anotaron sus nuevas im- / presiones térmicas. Las discrepancias entre sus notas causaron un revuelo gene- / ral que provocaron una repetición de la experiencia para verificar sus opinio- / nes y búsqueda de explicaciones. En el transcurso de esta discusión surgieron / nuevos divergencias, ya que los defensores del termómetro se enfrentaron con / las que abanderaban lo mayor fiabilidad de las manos, "porque con la mano tú / lo notas".

Permitir este tipo de discusiones evita construir edificios en el aire, y / aunque a corto plazo parezca frenar el ritmo del aprendizaje, a la larga lo a- / celera. La noción de temperatura elaborada en el transcurso de clases cuyo // / guión acabamos de exponer, tuvo una consistencia en la que fundamentaron con-

ceptos básicos y generales tales como modificaciones energéticas.

Serie II. Mezclas y disoluciones

II.A. Mezclas heterogéneas

Objetivos:

- a) Introducir la propiedad de actuar como diferenciador de las componentes de una mezcla dejando pasar unas, reteniendo otras.
- b) Establecer la relación entre filtro y tamaño de las sustancias a filtrar.
- c) Generalizar los conceptos de filtro y mezcla heterogénea.

Técnica:

Cualquier ejercicio que dirija la mente a crear la función de separar // los elementos de una mezcla será de gran utilidad para conseguir el objetivo a anunciado. La técnica que utilizamos consistió en pedir clasificaciones espontáneas e inducidas de un universo de objetos que podían clasificarse, de los que sirven para separar mezclas y las que no. Concretamente los ejercicios propuestos fueron los siguientes:

1. Clasificación espontánea:

Pedir que clasifiquen de todas las maneras posibles las siguientes objetos: colores de distintas formas y tamaño (cedos y red de pescador), papel de filtro, tela, sulfato de cobre cristalizado, distintas clases de pastas de sopa, café en grano y molido, tierra y corcho, y dos recipientes con agua.

2. Clasificación inducida:

Mostrar la función del colorador realizando una mezcla heterogénea y separando, con ayuda del colorador más idóneo, sus componentes.

3. Pedir que escriban lo observado y voyon clasificando todo el material en dos grupos hasta agotar todas las posibilidades.

4. Destacar las clasificaciones que han tenido en cuenta la función de / separar.

En el transcurso de estos ejercicios pudimos observar los siguientes conductos: En ninguna clasificación espontánea agruparon los objetos según permitían o no separar mezclas. Después de verlos actuar mezclando y separando las /

mezclas de todos los clasificaciones utilizaron esta propiedad, pero con importantes limitaciones. Todos colocaron el papel de filtro y la tela en el grupo de objetos que no sirven para separar mezclas, y algunos reunieron sólo las coladores perceptivamente más semejantes al colador comúnmente utilizada en la cocina y colocaron las restantes (cedazo y red de pesca) entre las cosas que no sirven para separar.

Los chicos, con sus éxitos (capacidad de extraer de un conjunto heterogéneo de objetos diversas propiedades, y de situar entre ellas la de separar), y fracasos (limitan la atribución de esta propiedad sólo en un subgrupo de los objetos que la poseen), nos señalaron los próximos objetivos a alcanzar.

¿Cómo conseguir que hagan extensible la noción de filtro a todos los objetos que, aunque de formas distintas, sirven para separar mezclas?

¿Cómo llevarles a que extraigan el concepto general de mezcla, y lo apliquen a sustancias u objetos muy diversos?

Para conseguir los objetivos enumerados, entregamos distintos tipos de mezclas heterogéneas y coladores, pidiendo que las separaran con precisión lo más rápidamente posible. En un primer momento las mezclas estuvieron formadas por sólidos de distinto tamaño (macarrones, arroz, corcho, sulfato de cobre, pequeñas piedrecitas, "nescafé", tierra, harina, etc.). En un segundo momento estuvieron compuestas por un sólido y un líquido (agua y tierra, aceite y arroz, etc.), y en un tercer momento por los líquidos (aceite y agua).

No todos los alumnos de séptimo resolvieron de manera inmediata este tipo de ejercicios. Unos fracasaron porque les pareció más cómodo utilizar sus manos, otros porque continuaron marginando de la categoría de filtros aquellos a los que estaban menos habituados, o que tenían sus agujeros más pequeños, y otros porque no establecieron correctamente una correspondencia serial entre la mezcla y el colador. Elegir correctamente el que permite separar mezclas implica incluir en la clase de los coladores a todos los objetos que tienen la característica de separar elementos dejando pasar unos y reteniendo otros, tener en cuenta el tamaño de las sustancias que los forman, compararlos con los agujeros de los coladores y elegir aquel que más fácilmente retenga o deje pasar un componente de la mezcla.

La diversidad de sustancias mezcladas centró su atención en la diversidad de tamaños de las sustancias a filtrar. Y la necesidad de realizar el trabajo propuesto con precisión y rapidez les estimuló a ordenar los filtros en función del tamaño de sus agujeros y a seleccionar el más idóneo para resolver con éxito las tareas solicitadas.

La coordinación de ambos procesos les ayudó a generalizar los conceptos / de filtro y mezcla, base en la que centramos el aprendizaje de los conceptos / de disolución y partición molecular.

II.B. Disoluciones

Objetivos:

- a) Extraer la propiedad que tienen ciertas sustancias de disolverse en a tras. Diferenciar sustancias solubles y no solubles.
- b) Inferir la conservación del saluto.
- c) Moléculo.

Ampliar los ejercicios anteriores haciendo que uno de los componentes // de la mezcla sea soluble, puede ser una buena técnica para introducir el aprendizaje de la disolución. ¿Cómo separar, por ejemplo, una importante cantidad / de "nescafé" de piedrecitas del mismo tamaño que los granos de "nescafé"? ¿Por qué al preparar una infusión de té, manzanilla, menta, etc., queda un residuo / sin diluir? ¿Cómo separar la disolución de la no diluida? ¿Después de separarlo podemos decir que tanto el residuo como la disolución poseen té, manzanilla o menta? ¿Por qué después de filtrar la infusión no obtenemos agua pura?

Cuando chicas de séptima discuten estas cuestiones, sus opiniones los dividen en dos grupos, el de los que defienden que la sustancia inicial está en / el residuo y que en el agua se ha disuelto sólo su sabor, y el de los que a- / firman que se disuelven pequeñas partes del elemento inicial y que el filtro / retiene los demás.

Veamos algunos respuestas características de los primeros:

J.J.: "Primero de todo hemos cogido un pote que sirve para hervir una serie de cosas para beber y luego en este caso era agua y cuando más / o menos estaba hervida ya que se ha hervido mediante un fogón pe- / queño que funciona con gas y fuego que el fuego se ha sacado de un mechero mediante una chispa y gas hemos cogido un vaso de cristal / que sirve para cualquier líquido cogemos un sobre de té y lo mete- / mos dentro del vaso y hemos esperado a que se disuelva y entonces / esa agua hervida ha pasado a ser té que sirve como bebida". A lo / pregunto del profesor de "¿Cómo poso el té?", responde: "El gusto / ha pasado todo al líquido ... Sí, cuando colocábamos el sobre, el / agua entraba por dentro y chupaba el gusto ésta, ¿no?, y cuando //

más o menos estaba la hemos sacado". D: "Cuando hemos puesto el agua ha quedado la manzanilla, pero el agua se ha llevado el sabor".

Estas opiniones no siempre son aceptadas y entran en pugna con razones /
mientas que apuntan hacia la noción de moléculas:

G.: "Yo creo que al poner el agua, entonces hay trocitos de café que /
con el agua se han vuelto diferentes, entonces ha podido pasar".

D.: "A mí me parece que ha pasado esto, ¿no? Pero trocitos muy pequeñi-
tos, muy pequeñitos que no los vemos. Entonces como no los vemos, /
creemos que no hay nada pero hay algo".

¿Cómo intervenir en estos diálogos? ¿Cómo ayudar para que el gusto deje /
de parecer un espíritu sin cuerpo? ¿Qué hacer para reforzar la incipiente idea
de divisibilidad de la materia? La respuesta es simple: planteemos nuevas pre-
guntas y ofrezcamos experiencias que les permitan avanzar en sus razonamien- /
tos.

Todo cuanto ayude a comprender los distintos fases de una disolución pue-
de ser de gran utilidad. Hacer observar e interrogar sobre lo que acontece.
¿Qué ocurre si con un cuentagotas echamos una gota de agua sobre un terrón de /
azúcar colocado en el interior de un jarrón, qué ocurre cuando echamos la se- /
gunda, la tercera, la cuarta, y la quinta, y cuando ya se ha vertido un vaso /
de agua? ¿Cuál es el número menor de sustancias necesarios para hacer una diso-
lución?

Hacer disoluciones con agua y sulfato de cobre, sulfato magnésico y fe- /
rrocianuro potásico. Preguntar cuántas sustancias había antes de cada disolu- /
ción, cuántas hay después, y provocar sus lentas cristalizaciones, pidiendo //
que describan todo cuanto ocurre durante el proceso y discutan sobre lo que //
les sorprenda, tiene sin duda alguno un alto valor explicativo.

¿Una disolución tiene una o varias sustancias? ¿Si una, cómo se llama? /
Los distintos fases de la cristalización proporcionan material de reflexión. /
De afirmar que la disolución de sulfato de magnesio tiene una sustancia, el a-
gua, pasan a considerar de forma intuitiva la conservación del sulfato de mag-
nesio:

"A medias, en parte una y en parte dos, porque es agua, pero tam- /
bién queda un poquito de sulfato de magnesio". "Parece como si val-
viera a nacer". "A mí me parece que cada vez crece más". "A lo me-
jor es porque el otro pote es más ancho y este es un poco más es- /

trecho y hace más bulto".

D.: "A mi me parece que es porque con el azúcar también puso, lo pones al fuego y se deshace. Pues esta cosa también se deshace".

Prof.: "Nos lo explicas un poco más, D., que eso del azúcar me ha interesado". D.: "Que para hacer caramelo pues entonces pones el azúcar en la olla y lo pones al fuego, entonces el azúcar se deshace y // quedo el caramelo. Pues creo que ahora paso lo mismo". Prof.: "¿Y lo mismo qué es?". D.: "Que se habrá deshecho, se habrá hecho más líquida el sulfato de magnesio". Prof.: "¿A vosotros qué os parece eso que ha dicho D.?". J.: "Puede ser".

Esta incipiente conservación del soluto es tan frágil que sólo es válido para aquellos casos en que se ha observado su cristalización. Una disolución de sulfato de magnesio tendrá a partir de este momento sulfato de magnesio en fase líquida. Es un conocimiento empírico que todavía no tiene la fuerza suficiente para llevarles a inferir el valor genérico de esta experiencia. Si cambiamos las sustancias diluidas, vuelven a pensar que el soluto desaparece, /// siendo necesaria una nueva cristalización para hacer tambalear su creencia. // Veamos cuál fue la reacción de estos mismos chicos al reflexionar sobre la disolución del alumbre con agua y su cristalización.

Prof.: "Cuando yo he puesto esto (alumbre disuelto en agua) de la olla aquí, en el momento de verterla, ¿cuántas sustancias había?". G.: "Una". Prof.: "¿Cuál era?". L.: "El agua". Prof.: "Tu dices que había una sustancia, ¿y ahora?, ¿qué está posando ahora?". L.: "Hay dos sustancias, bueno una, la que está aquí en esto blanco, y el líquida". Prof.: "Y una vez atravesado el filtro, ¿cuántas sustancias tendrá?, ¿vos visto lo que está posando por el filtro? Fijos bien. Aquí arriba (dentro del embudo) está aquello que ya he puesto, lo remuevo porque cuando lo he vertido lo estubo removiendo. ¿Aquí cuántas sustancias hoy?". G.: "Una". Prof.: "Entonces, una vez otrovieso el filtro, ¿cuántas sustancias hay?". Todos: /// "Dos". Prof.: "¿Cuáles son?". G.: "El agua y el alumbre". Prof.: "¿Y no os extraña que antes aquí arriba haya una y aquí una vez otrovesada el filtro haya dos?, ¿es posible que pase de uno a dos?, ¿cuántas sustancias conocéis que les pose eso?". J.: "Al mezclar las dos, dos sustancias como son el agua y el alumbre, se disuelve

y quedo una". Prof.: "¿Qué dices?". J.: "Una sustancia". Prof.: // "¿Cómo lo llamarías?". G.: "Yo le diría: agua y alumbre". Prof.: / "Agua y alumbre, ¿y es una sustancia?". G.: "Si digo que son ...". G.: "Alumbre líquido". L.: "Alumbre disuelto".

Hay una diferencia entre aceptar la conservación de un soluto incoloro, / porque acabamos de verificarlo, y el inferir su conservación como ley física. / Lo segundo es el resultado de coordinar, organizar y sistematizar una gran diversidad de fenómenos que intervienen en las mezclas y combinaciones de materia. Toda propuesta didáctica que pretende ayudar al chico a que descubra las leyes que gobiernan la conducta de la materia deberá aproximarse a un mismo fenómeno desde vertientes complementarias.

La repetición obsesiva de un mismo tipo de experiencias facilita que se acepte un fenómeno, no que se comprenda. El nivel de concentración de las disoluciones puede ser un aspecto complementario en la ordenada tarea de descubrir la conservación de lo que vemos. Para ello sugerimos alternar las experiencias sobre cristalizaciones con todo tipo de ejercicios, que lleven al niño a descubrir y modificar los niveles de concentración de disoluciones diferentes, haciendo hincapié en aquellos casos en que sin modificar la cantidad de soluto, aumentamos o disminuimos la cantidad de disolvente.

¿Al evaporar el agua aumentamos la cantidad de sal? ¿Si tiramos un vaso que contiene una disolución de magnesio en una piscina, habrá en ella más, menos o igual cantidad de magnesio?

A partir de estas experiencias y reflexiones efectuadas en torno a la disolución, los muchachos han ido construyendo, estabilizando y generalizando la idea de que hay sustancias que pueden dividirse en partes tan pequeñas que, disueltas en líquidos, no podemos verlas sin ayuda de potentes aparatos ópticos y que, a grosso modo, conservan las mismas propiedades que cuando estaban reunidas formando un todo visible.

Este es, justamente, el momento idóneo para transmitir información sobre la composición molecular de las sustancias. Información que no sólo servirá para leer y comprender el libro de texto, sino que deberán utilizar para explicar con rigor y terminología científica fenómenos que en un principio explicaban con errores y ambigüedades, que más adelante fueran capaces de explicar correctamente aunque de manera intuitiva y sin terminología científica correspondiente, y a los que a partir de este momento les pediremos que se refieran con rigor, corrección y terminología adecuada.

¿Qué pensará un chico que ha descubierto que al disolver un cuerpo se separan sus moléculas si lo enfrentamos con las modificaciones que producen las reacciones químicas? ¿La capacidad de comprender que el bicarbonato está en el agua, que sus moléculas se han separado y que está en fase líquida, es suficiente para poder diferenciar esta disolución del fenómeno que tiene lugar al combinar el bicarbonato y el zumo de limón? ¿Saber que el sulfato de cobre disuelto en agua conserva fundamentalmente sus propiedades, es suficiente para comprender que combinado con el ácido nítrico produce una sustancia diferente?

La respuesta a todos estos interrogantes es negativa. Comprender la división de la materia en moléculas y su combinación en las disoluciones es condición necesaria, pero no suficiente para adquirir los conceptos de átomo y reacción. Para ir de unos a otros es necesaria avanzar de la molécula al átomo y de la conservación a la transformación de las sustancias, y ella requiere en primer lugar un análisis fenomenológico de las reacciones.

Serie III. Reacciones

Objetivos:

- Ejercitar todos los sentidos y aprender a utilizar distintos aparatos en el análisis de las reacciones.
- Diferenciar las sustancias reaccionantes de los productos de una reacción.
- Profundizar en el análisis de las diferencias entre el producto de la reacción y las sustancias reaccionantes.

Técnico:

Este nuevo paso hacia la conservación y divisibilidad de la materia requiere el planteo de nuevas preguntas, la formulación de hipótesis explicativas y su verificación o refutación experimental. Es un camino que debe recorrerse en su totalidad y con lentitud. Escamotear uno de estos pasos o pasar rápidamente de uno a otro imposibilitará comprender el concepto de reacción. Así como correctamente que el compuesto de dos sustancias es una tercera con propiedades distintas a sus componentes, implica un nivel de abstracción muy superior al necesario para establecer el punto de unión entre dos sustancias que al mezclarse conservan básicamente sus propiedades. Hacer que el chico desarrolle este nivel de abstracción es nuestra competencia.

Para conseguirlo seguiremos técnicas similares a las expuestas en el párrafo dedicado a las disoluciones. A título indicativo expondremos brevemente / algunas de las situaciones que nosotras utilizamos y las conductos más signifi-
cotivos del aprendizaje realizado.

Dedicamos los tres primeros closes a que se plantearan preguntas a aspec-
tos fenomenológicos de algunas reacciones. El esquema de estas clases fue el / siguiente: Realizamos varias combinaciones (*). A continuación pedimos que ana-
lizaran los cambios que se podían observar con todos los sentidos y que formu-
loran por escrita preguntas sobre lo observado. Finalmente dirigimos y sistema-
tizamos un diálogo centrado en la búsqueda de respuestas a las preguntas formu-
ladas.

En esta fase del aprendizaje los chicos tuvieron que superar tres tipos / de dificultades: a) centrarse en las percepciones visuales; b) la especifici- /
dad de unos fenómenos sobre los que apenas habían reflexionado, y c) la inte- /
racción entre las sustancias.

Frente a los importantes cambios de las reacciones, limitaron sus prime-
ras explicaciones a describir sus imágenes visuales. Fue necesario recordarles
los primeros clases, pedirles que explicaran además de lo que veían toda tipo /
de información captada con los otros sentidos y que formularan preguntas que /
los implicaran a todos y cada uno de ellos. He aquí un ejemplo:

G.: "¿Por qué se ha vuelto de color verde?" Prof.: "¿Esta pregunta a /
qué sentido se refiere?". G.: "A la vista". Prof.: "Recuerda que /
debes hacer preguntas que se refieren a todos los sentidos". G.: /
"Sólo encuentro de la vista". Prof.: "¿Por qué?". G.: "Una pregun-
ta sería por qué se ha quedado de este color, y también es de vis-
ta". Prof.: "¿Por qué te pasa esto?". G.: "Hubiera debido tocar, o
ler". Prof.: "Ya os he dicho que no había ninguna sustancia peli- /
grosa". G.: "No se me había ocurrido" (Pone el dedo en la reac- //
ción). Prof.: "¿Qué quieres comprobar al poner el dedo?". G.: "Si /
estos puntitos de aquí son trazos y se pueden coger ..., parece ta-
do líquido". Prof.: "¿Qué es lo que parece todo líquido?". G.: ///
"Que puede ser con estos puntitos ..., entonces al tocarlo no na- /
tas los puntitos". Prof.: "¿Puedes notar alguna otra cosa al poner

(*) Zinc y ácido clorhídrico; nitrato de plomo y cromato potásico; nitrato de
plomo y yoduro potásico; sulfato de cobre y carbonato sódico.

el dedo?". G.: "Si es frío o caliente, cómo esté de temperatura y/ si notábomos los puntitos estos ...". Prof.: "Con otras palabras,/ tú dices que hay agua y unos puntitos amarillos, ¿podríamos sepa-/ rar los puntitos del agua?". G.: "Creo que no". Prof.: "Cuando tú/ has puesto el dedo, ¿por qué lo ponías?". G.: "Por eso de los punti- tas, para saber si se podían tocar". Prof.: "¿Y no los has podido / tocar?". G.: "Tocar puede ser que sí, pero notarlos, no". Prof.: // "Cuando ponías el dedo y los tocabas, ¿hubieras podido al mismo /// tiempo mirar el dedo o no? (Se formula esta pregunta porque no /// coordina las percepciones visuales y táctiles). G.: "Sí". Prof.: / "¿Y cómo es que no se te ha ocurrida que podías hacer las dos co-/ sas juntas?". G.: "Pensabo que quedaría agua, que nada más quedaría agua y no quedaría nada en el dedo". Prof.: "¿Es difícil pensar // que puedes tocar una cosa y mirarla a la vez?". G.: "Hombre, se- / gún".

Con ejercicios de este tipo se consiguió que superaran el centrar los // cambios de forma y color percibidos y los completaran con otras transformacio- nes tanto o más importantes que aquéllas.

Asimilar que al combinar sustancias obtenemos un producto perceptivomen- te muy distinto a sus componentes, plantea serias dificultades. Se está acos-/ tumbrado a opayar las relaciones causales en un encadenamiento habitual de per- cepciones por lo que, al enfrentarse a una situación nueva, se desorientan y,/ a bien tienden a identificar las reacciones que les presentamos a hechos de su vida cotidiana, o bien por el contrario lo rechazan como hecho insólito. Así,/ por ejemplo, comportaron el ácido clorhídrico y el zinc diciendo que como "pol- vos pica-pica"; poner el hierro incandescente en agua; una galleta cuando tie- ne un agujero se lo tira en el café y salen burbujas; esto también podría ser/ un sidral fuerte; es como el azúcar y el agua. Y explican la reacción del ni-/ trato de plato y del cromato potásico diciendo: "Son líquidos extraños aunque/ a veces engañan ..., los líquidos normales no se comportarían como aquéllos, // normalmente no pasa así", y cuando intentamos que profundicen en su idea nos / enfrentamos a un fuerte bloque. Veamos un ejemplo:

Prof.: "¿Tú has hecho muchas mezclas de líquidos? D.: "No, pero normalmen- te pasa". Prof.: "Cuando dices normalmente, que quieres decir, ex- plícame con qué líquidos pasa. D.: "No sé. Pues, por ejemplo, si / mezclas coca-cola con agua, pues te queda coca-cola aguada. Ya es-

tá". Prof.: "Sí, sí. Pon otro ejemplo". D.: "¿Qué seon normoles?". Prof.: "Sí, sí. Como tú dices que normalmente poso esto". D.: "No, / pero sería lo más lógico". Prof.: "¿Sería lo más lógico?" (Se realiza mezcla). D.: "Yo he dicho que o lo mejor son líquidos raros". Prof.: "¿Líquidos raros?, ¿qué quieres decir, líquido raro?, ¿cuáles son los líquidos raros?". D.: "Pues los que no son corrientes". Prof.: "¿Cuáles son los líquidos corrientes?". D.: "Los que se usan". Prof.: "¿Para qué se usan?". D.: "Se usan más".

Cuando finalmente se centraron en el análisis de las reacciones que les íbamos presentando, empezaron atribuyendo el producto de la reacción a una sola sustancia. Así, por ejemplo, explicaban el color resultante de combinar nitrato de plata y zinc diciendo: "Igual no es colorante; los puntitos vienen // del líquido blanco". Ante estas conductas, les dábamos la sustancia o la que ellos atribuían el producto y otras sustancias que al combinarse con aquella / no producían los mismos resultados, y les pedíamos que reprodujeran la reacción que acobaban de explicar. Estas situaciones estimularon nuevos análisis / en los que los muchachos fueron integrando todas las sustancias reaccionantes.

Relacionar el producto de una reacción con las sustancias que la originaron, requiere la capacidad de establecer relaciones causales entre estados fenomenológicamente muy diferentes. Es un salto cualitativo importante que conviene afianzar llevándoles, por ejemplo, a observar, ejecutar, describir y comparar disoluciones y reacciones. El análisis de sus semejanzas y diferencias / permitirá intuir la idea de que se puede partir la materia a niveles diferentes, base imprescindible para comprender los aspectos elementales de la noción de átomo.

Al finalizar esta tercera serie de ejercicios de "aprendizaje", los muchachos tenían el nivel "evolutivo" necesario para iniciar con éxito el estudio de los "objetivos didácticos" del tema componentes de la materia. Habíamos conseguida por tanto una adecuación entre objetivos didácticos y desarrollo, // gracias a un aprendizaje operatorio de las ciencias.

Actividad de aprendizaje Nº4

Formule principios didácticos que puedan inferirse de la concepción de Ciencias Naturales y de su valor educativo sobre la base de lo elaborado en la Actividad de aprendizaje Nº 1 del Documento de Trabajo anterior.

Actividad de aprendizaje N° 5

a. Analice de la propuesta de Genoveva Sastre (Anexo N° 2):

- * la fundamentación teórica
- * la estrategia didáctica y sus etapas
- * las acciones educativas

b. Determine las coincidencias y discrepancias entre la propuesta analizada en "a" y los principios didácticos sustentados / en este Documento de Trabajo.

c. Luego, discuta sus conclusiones y redacte un informe que refleje los juicios críticos del grupo.

Actividad de aprendizaje Nº 6

En tanto

Elabore, con su grupo, una estrategia didáctica de aplicación en el nivel primario (seleccione tema y ciclo) que tome en consideración los lineamientos ya trabajados.

Propuesta de trabajo final

En tanto formador de formadores, explicita cómo trabajaría con sus alumnos, futuros maestros, para lograr la selección y organización de estrategias y la implementación de acciones didácticas que guarden coherencia con el enfoque metodológico propuesto para el nivel primario.

"Manual de la escuela para profesores de ciencias".
Ministerio de la Educación, 1987.

"Manual de la escuela para la enseñanza de la ciencia".
Ministerio de la Educación, 1987.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Hannoun, H. "El niño conquista el medio". Ed. Kapelusz, Buenos// Aires, 1977.
- (2) Piaget, J. "Seis estudios de psicología". Ed. Seix Barral, 1979
- (3) Benlloch, M. "Por un aprendizaje constructivista de las ciencias". Visor Libros, 1984.
- (4) Labinowicz, E. "Introducción a Piaget. Pensamiento-Aprendizaje-Enseñanza". Fondo Educativo Interamericano, 1982.
- (5) Karplus, R. "La enseñanza de las ciencias a los alumnos jóvenes". Rev. Perspectivas VIII, Nº 1, UNESCO, 1978.
- (6) Gega, P. "La enseñanza de las ciencias en la escuela primaria. Introducción y programas". Ed. Paidós, 1980.
- (7) George, K.D. & col. "Las Ciencias Naturales en la Educación Básica. Fundamentos y métodos". Santillana, Madrid, 1977.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

UNESCO

"Manual de la UNESCO para profesores de ciencias".
Editorial de la UNESCO, 1981.

"Diseño Curricular para la Educación Primaria Común".
Secretaría de Educación, Municipalidad de la Ciudad/
de Buenos Aires, 1986.

La Profesora Noemí L. Fernández de Bocalandro, coautora de este Documento de trabajo, es egresada del Instituto Nacional Superior del Profesorado "Dr. J. V. González" en la carrera de / Ciencias Naturales.

Participó en la evaluación del Diseño Curricular para la Escuela Primaria/1981 y en la elaboración del Diseño Curricular para la Escuela Primaria Común/1986, de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.

Actualmente se desempeña como profesora auxiliar de "Metodología y Práctica de la Enseñanza" en el Instituto Nacional Superior del Profesorado "Dr. J. V. González".

Participa en la elaboración de documentos de apoyo para la implementación del Diseño Curricular de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.

El Profesor Juan Lorenzo Botto, coautor de este Documento de trabajo, es egresado del Instituto Nacional Superior del Profesorado "Dr. J. V. González" en la carrera de Ciencias Naturales.

Participó en la elaboración del Diseño Curricular para la Escuela Primaria/1981 de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.

Es coautor de "Ciencias Naturales 4, 5, 6 y 7" y de los textos para el maestro de Editorial / Hyspamérica.

Actualmente se desempeña como profesor de "Metodología y Práctica de la Enseñanza" en el / Instituto Nacional Superior del Profesorado // "Dr. J. V. González".

*Asesoró pedagógicamente la profesora
María Isabel Álvarez de Ludueña.*

*Redactaron y organizaron las actividades del presente documento, las li
cenciadas:*

Lamboglia, Susana (Pedagoga)

Pires Mateus, Susana (Socióloga)