

Foll
372.85
1



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

1



BIBLIOTECA	
Entrada	4/8/88
Clasificación	AM
Intermedio	

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

INV	0.17768
SIG	Foll 372.85
LIB	1

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

Ej. 2: 1665

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



Ministerio de Educación y Justicia
República Argentina



Organización
de los Estados Americanos

LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA PRIMARIA

(1)

Prof. Noemí Fernández de Bocalandro

Prof. Juan L. Botto

"la ciencia"

* Las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria

Cuando reflexionamos acerca de algunos problemas actuales/ de la educación y las posibilidades de la educación permanente, / destacamos la influencia que en nuestros días tienen la ciencia y la tecnología. No sólo por su efecto transformador de los instrumentos de trabajo, "sino también y de manera sustancial" porque afectan "al hombre en el trabajo y a la naturaleza misma del trabajo".

Señalamos también que las consecuencias del desarrollo /// científico-tecnológico obligan a replantear permanentemente el tema de las transformaciones del sistema escolar y del marco socio-político que lo condiciona.

En ese sentido resulta obvio que la ciencia ya no puede // ser vista como una tarea que sólo compete a un pequeño grupo de elegidos; ha invadido nuestra vida cotidiana a través de la tecnología y es invocada por todos los intelectuales que aspiran a trabajar con el mayor rigor y seriedad.

¿Pero cuál es la razón por la cual los especialistas de // las más diversas disciplinas recurren al pensamiento científico / para desarrollar sus investigaciones? ¿Cuáles son las características peculiares de la ciencia que justifican su empleo cada vez/ más difundido y su prestigio universal?

Estas preguntas, que nos invitan a reflexionar sobre la naturaleza propia de la ciencia, servirán para introducirnos más adelante en el tema de su valor educativo en la escuela.

"La ciencia de hoy es una realidad com

¿Qué es la ciencia?

pleja, de la cual es bastante difícil dar una definición general. Nos acomete la tentación de decir con Pelseneer, que es una noción confusa". (1)

Por eso, más que la búsqueda de una definición ajustada, quizás nos resulte útil como docentes intentar describirla a partir de nuestra experiencia y del análisis del pensamiento de educadores y científicos.

Diccionarios y enciclopedias intentan caracterizar la ciencia presentándola como "conjunto sistematizado de conocimientos que posee la humanidad" o "cada uno de los sistemas de conocimientos fundados que se obtiene metódicamente". También como "aprendizaje acumulado y sistematizado, que en el uso general se limita a los fenómenos naturales" y cuyo progreso "se caracteriza no sólo por la acumulación de hechos, sino también por el surgimiento del método científico y de la actitud científica".

Jos Elstgeest, pedagogo de los Países Bajos, sostiene que "las ciencias no son una lista de descubrimientos. Son un modo de pensar. Las ciencias no consisten en dar un nombre a los animales y plantas. Son la manera de ver el mundo que nos rodea. Las ciencias no son un montón de fórmulas. Son el método en virtud del cual el espíritu creador puede construir el orden a partir del caos y la unidad a partir de la variedad. Las ciencias no son un conjunto de conocimientos estériles. Son la capacidad de adquirir nuevos conocimientos. Las ciencias no son una serie de respuestas dogmáticas. Son un modo lógico de resolver problemas. Las ciencias no son la verdad fundamental. Son la búsqueda diligente de la verdad". (2)

Se advierte por lo antedicho que la ciencia abarca por lo menos dos grandes dimensiones: el cuerpo de conocimientos acumulados por los científicos y los métodos y técnicas con que se han elaborado dichos conocimientos; vale decir, los productos y los procesos de la ciencia, respectivamente.

Los productos de la ciencia son ese "conjunto sistematizado de conocimientos que posee la humanidad", ese "aprendizaje acumulado y sistematizado"; los hechos, conceptos, generalizaciones/ y principios. Los mismos que los científicos utilizan para elaborar las teorías y leyes: esquemas conceptuales de un grado de elaboración más complejo, cuya validez es revisada permanentemente.

Por su parte, los procesos científicos implican la comprensión y el planteo de las situaciones problemáticas que desencadenan la investigación, la formulación de hipótesis plausibles, el diseño experimental, la obtención y el análisis de los datos, el tratamiento de los errores, la contrastación de los resultados // con la hipótesis, etc., es decir, una serie de acciones que representan el camino o método para encontrar respuestas al problema inicial.

Pensemos además que la actividad científica no tendría mayor trascendencia si se ignoraran sus aportes, si no se conocieran sus resultados a través de los medios de comunicación.

Fue precisamente el desarrollo extraordinario de los medios informativos el que imprimió su dinámica a la ciencia actual. Por sí solo ha logrado difundir la tarea silenciosa y solitaria de los científicos hasta los lugares más distantes del planeta, estimulando nuevas vocaciones, incitando a muchos a conti-

nuar indagando, alentando el intercambio y la cooperación.

Todo ello ha contribuido a desarrollar, sobre todo en nuestra época, un nuevo aspecto de esta apasionante labor: el que // muestra a la ciencia como una construcción social, como una tarea que es fruto de aportes solidarios y cooperativos.

En el mismo sentido podemos valorar el presente interés // por integrar equipos de trabajo interdisciplinario, en cuyo seno/ y a través de intercambios más directos, se abordan problemas de/ mayor complejidad.

Planteados hasta aquí algunos de los aspectos más relevantes del quehacer científico, quizás nos convenga a todos reflexio- nar sobre lo tratado para formular nuestros propios juicios acerca de las características esenciales de la ciencia, sus fines y / sus métodos.

Es evidente que la elaboración del conocimiento mediante el/ empleo del método científico no es

patrimonio exclusivo de las ciencias naturales. Muchas otras disciplinas exploran la realidad en forma sistemática a través de métodos lógicos y de procedimientos adecuados a la particular naturaleza de su objeto de estudio. Sus conclusiones, que intentan explicar e interpretar los más variados procesos y fenómenos: naturales, sociales, culturales, económicos, políticos, educativos, / etc., permiten construir incesantemente nuevas concepciones del / hombre y de su complejo mundo físico y cultural.

*El valor educativo
de las ciencias naturales
en la escuela primaria*

¿Pero entonces por qué pensamos que son necesarias las ///

ciencias de la Naturaleza en la escuela?

En principio resulta obvio que sólo a través de la exploración de la Naturaleza animada e inanimada los niños lograrán construir nociones imprescindibles para comprender las características del mundo físico. Sobre todo las vinculadas con los procesos naturales y con las múltiples interacciones de sus elementos vivos e inertes.

Aprenderán progresivamente a sentirse protagonistas de dicho mundo en la medida en que descubran la influencia del medio / sobre su propio cuerpo, así como las consecuencias de sus acciones hacia el entorno inmediato. Advertirán que su vida depende de recursos naturales, cuyo uso indiscriminado puede poner en peligro su propia salud y hasta su existencia. Por consiguiente, desarrollarán actitudes individuales y colectivas favorables al mejoramiento de la salud y a la conservación y explotación racional / de los recursos disponibles.

En una etapa posterior, dichas nociones les serán imprescindibles para construir una concepción científica del universo físico, sin prejuicios, mitos, ni supersticiones que los atemorizan; concepción que les permitirá ubicarse mejor en el mundo a // que pertenecen y utilizar la Naturaleza para su propio beneficio / y el de su comunidad.

Pero pensamos además, que la exploración de la Naturaleza / puede utilizarse para estimular el desarrollo del pensamiento de / los niños. Así por ejemplo, la "conducta de experimentación", entendida como "toda conducta cuya finalidad consiste en la comprensión, en el sentido más amplio del término, del objeto sobre el /

que se centra la experimentación" (3), encontrará múltiples y variadas oportunidades de ponerse en marcha.

César Coll (1978) explica el análisis de Inhelder con respecto a las conductas de experimentación o "proceso psicológico / de investigación de la realidad" de la siguiente manera.

"En su análisis, el autor distingue cuatro dimensiones de la experimentación que presentan características diferentes en cada uno de los niveles de desarrollo: el móvil de la acción, o finalidad y objetivos de la conducta; la táctica, o conjunto de pasos destinados a organizar la experiencia; la lectura de los resultados obtenidos a través de las acciones desarrolladas sobre los objetos; y la verificación, o posibilidad de confrontar las previsiones con la lectura de la experiencia.

A partir de estas dimensiones, se distinguen tres etapas / en el desarrollo:

a) En la etapa de las "técnicas imaginativas", que corresponde aproximadamente al estadio de la inteligencia preoperatoria (4-7 años), el proceso de investigación de la realidad es extremadamente pobre y el niño "no aprende nada en función de la experiencia misma", puesto que el móvil de la acción es simplemente "actuar para ver", la táctica se limita a una actuación global sin diferenciación de las acciones, la lectura de los resultados / está completamente dirigida por la asimilación deformante y, en consecuencia, la verificación es prácticamente inexistente.

b) En la etapa de las "técnicas concretas" (7-11 años a- /

proximadamente), las conductas experimentales realizan/ progresos considerables y el niño llega a establecer le yes parciales, a confrontar las previsiones con los resultados y a modificar su conducta según las consecuencias de esta confrontación. Sin embargo, la experimentación todavía no es sistemática: el objetivo de la acción es el establecimiento de nuevas relaciones, de leyes locales y prácticas; las acciones empiezan a dirigirse hacia objetivos específicos y la intervención se vuelve discriminativa; la lectura de los resultados gana en objetividad gracias a la constitución de los sistemas de transformaciones que caracterizan la inteligencia concreta de este nivel; y la verificación empieza a asumir las propiedades de un test de grado de generalización de las relaciones o leyes descubiertas.

- c) Finalmente, entre los 11 y los 15 años, las conductas / experimentales adquieren un elevado grado de perfección. Durante esta etapa, que de una manera significativa recibe el nombre de etapa de las "técnicas científicas", / el objetivo de las acciones y manipulaciones es el establecimiento de leyes generales cuya pertinencia se intenta demostrar; la verificación de la supuesta influencia de estos factores se realiza sistemáticamente gracias al conocido método de hacer variar un solo factor / a la vez mientras los restantes permanecen constantes; / la lectura de los resultados se vuelve así objetiva. Una vez más, estos progresos de las conductas experimen-

tales son posibles gracias a la aparición del nuevo núcleo de estructuras mentales que caracterizan el pensamiento del adolescente: las estructuras operatorias formales citadas".

Si se tiene en cuenta que en el nivel primario la mayoría de los niños se encuentra en la segunda de las etapas mencionadas, debemos pensar que las ciencias experimentales, a través de la ejecución de las estrategias que les son peculiares, favorecerán su preparación para abordar, más adelante, la experimentación del nivel formal que exige un razonamiento hipotético-deductivo.

En el mismo sentido conviene aclarar que si bien sostenemos que la formación científica estimula el desarrollo del pensamiento de los niños, no estamos aun en condiciones de asegurar // que por este camino se logre acelerar dicho ritmo de "crecimiento cognoscitivo". Por eso nuestras pretensiones al respecto están orientadas por ahora a afianzar el desarrollo de la capacidad cognoscitiva, estimulando la construcción de los esquemas del pensamiento, para que los niños logren integrarlos de una manera cada vez más consistente y sobre un campo cada vez más amplio de la // realidad.

Pero el valor de la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario no se limita únicamente a la construcción de nociones y a estimular el desarrollo intelectual. La mayoría de los especialistas coincide además en que debe promover en los niños una actitud científica o modo científico de abordar las situaciones. Dicha actitud se manifiesta principalmente a través de accio

nes vinculadas con la creatividad, la curiosidad, la confianza en sí mismo, la apertura hacia los otros, tanto en lo referente al / pensamiento (comunicación) como a la acción (cooperación), la inserción en el medio natural y la participación social, y la realización de actividades de investigación y de crítica. (4)

Los mencionados aspectos de la actitud que se pretende promover se encuentran ligados estrechamente a las estrategias de // trabajo propias de la actividad científica. Es así como el proponer a los niños que imaginen tácticas para organizar experimentos y observaciones, constituye un permanente desafío a su creatividad. El enfrentarlos a nuevas propuestas, hechos o resultados que discrepan con sus experiencias anteriores los estimula a dudar, a formular preguntas pertinentes, a examinar diversas posibilidades de investigación, a revisar y a controlar los antecedentes y las / causas de los fenómenos observados.

Asimismo, el trabajar con sus compañeros en una tarea común les exigirá argumentar en forma más rigurosa para defender // sus puntos de vista, así como aprender a escuchar, a debatir, a / repartir el trabajo y a ser solidarios y honestos con sus pares y maestros. Desarrollar una actitud científica implica también ir / conformando una conciencia ética acerca de las consecuencias que / tiene la ciencia y sus aplicaciones en la vida del hombre.

Como señala Giordan (5), "la actitud puede ser comparada / con el motor. La podemos descomponer en una necesidad, una apti- / tud para hacerse preguntas y una capacidad para hacer investiga- / ciones. Es una de las fuentes de cualidades necesarias para la ejecución rentable de una metodología experimental (creatividad, /

comunicación, espíritu crítico, confianza en sí mismo, responsabilidad, etc.). Pero este motor no funciona independientemente, es/ parte inherente de la metodología, recibiendo ventajas a cambio./ La génesis de la metodología depende de cierto nivel de actitud y de maduración, donde las condiciones educativas cumplen un papel/ preponderante".

En suma, abordar los problemas que plantea la Naturaleza a la manera de un científico implica poner en acción las más significativas capacidades y habilidades del pensamiento, en un permanente intercambio social y cultural.

* La Problemática de los Contenidos

Una problemática relevante, vinculada con el valor educativo de las ciencias naturales en la escuela primaria, es la que atañe a la selección y organización de los contenidos curriculares.

Sabemos que para hallar soluciones válidas a dicha problemática es necesario partir de un encuadre teórico que contemple / los múltiples aspectos relacionados con la educación. Sin embargo, en este caso hemos preferido contrastar inmediatamente nuestro comentario sobre el valor educativo de las ciencias con diversas propuestas curriculares implementadas en nuestro país y en el extranjero.

Tomamos esa decisión porque pensamos que este enfoque resultará más accesible para los docentes que guían el aprendizaje / de la didáctica de las ciencias naturales, dado que en su carrera

profesional siempre se ha dado mayor relevancia a la especialización en una determinada disciplina experimental que a la correspondiente didáctica específica.

Por eso proponemos seguir un camino poco común: analizar / distintos proyectos curriculares de las ciencias naturales a través de la organización de sus contenidos y de su fundamentación / teórica, para descubrir y discutir las implicaciones didácticas y su grado de coherencia con la base teórica. Sobre todo porque muchas veces el esquema de organización de los contenidos es incompatible con la concepción pedagógica que pretende fundamentarlo o bien, porque resulta inconsistente desde el punto de vista de la propia naturaleza de la ciencia.

Comencemos pues nuestra reflexión sobre este tema por el análisis de un programa de estudio de las ciencias naturales, que tomamos como representativo de los que estuvieron vigentes en /// nuestra escuela hasta comienzos de la década del '70. Para ampliar esta temática analice el Anexo N° 1 y remítase el Documento N° 4/ referido a Modelo Didáctico.

Los temas del área se presentan agrupados según el tradicional criterio de su pertenencia a una rama determinada de la // ciencia, por lo que aparecen desconectados, aun desde el punto de vista interdisciplinario.

Asimismo, por la cantidad y la calidad de los contenidos, / se advierte la influencia de una concepción enciclopedista de la / educación, preocupada por lograr la acumulación de datos, noti- / cias e ideas ajenas.

Llevados a la práctica mediante una didáctica verbalista y

libresca, estos programas tradicionales fueron "vividos" por casi todos nosotros a través de clases esporádicas y desarticuladas, / en las cuales asistimos a descripciones de láminas o de dibujos / de un texto; descripciones que casi siempre carecían de sentido, / pues consistían habitualmente en repetir de memoria las palabras / y los conceptos elaborados por otros.

Siguiendo a Hall (6), podríamos decir que semejante manera de estudiar ciencias apenas llegaba a superar el nivel del "coleccionista de estampillas", pues sus procedimientos rara vez iban / más allá de reunir colecciones y proceder a su clasificación sobre la base de afinidades y diferencias. Casi nunca se llegaba al planteo de un problema, ni mucho menos a utilizar los conocimientos para promover tareas de indagación.

La influencia de esta concepción educativa explica por qué durante tantos años los especialistas en contenidos que elaboraron los programas escolares, confundieron los criterios didácticos de selección y de organización con los propios o particulares de cada una de las ramas de las ciencias, aunque apuntando básicamente a transmitir datos puntuales, generalmente irrelevantes.

Al iniciarse la década del '60 tuvo lugar un movimiento de renovación de la enseñanza de las ciencias en diversos países del hemisferio norte, tanto a nivel primario como secundario, que trajo como consecuencia la elaboración de diversos proyectos didácticos.

Uno de ellos, diseñado por la Asociación Americana para el Adelanto de las Ciencias, centró su atención en los procesos de la ciencia (Véase Anexo N° 2). Las habilidades de proceso se uti-

lizaron como base de los objetivos y la secuencia de la enseñanza y los temas de las disciplinas fueron seleccionados principalmente para ayudar al desarrollo de dichas habilidades.

Robert Gagné, uno de los principales artífices de este /// plan, afirma que para abordar adecuadamente los objetos y los fenómenos del ambiente natural, los niños deben ser capaces de utilizar diversas habilidades intelectuales, como medir, predecir, / describir, deducir, etc., y que cuando estos procesos se enseñan/ dentro de un programa organizado, se convierten gradualmente en / estrategias intelectuales generalizadas. Como tales, sostiene Gagné, deberán prestar utilidad durante toda la vida de un niño y / dentro de muchos campos del conocimiento, siempre que en tales // campos se aprendan contenidos suficientes.

Para este proyecto, denominado "Las ciencias: un método ba- sado en procesos", dichos procesos intelectuales se consolidarían progresivamente mediante una secuencia de procedimientos cada vez más complejos. Así por ejemplo, para la etapa que abarca desde el nivel preescolar hasta el tercer grado inclusive, se propone la / enseñanza de los siguientes procesos: 1. Observación; 2. Uso de / relaciones de espacio y tiempo; 3. Uso de números; 4. Medición; / 5. Clasificación; 6. Comunicación; 7. Predicción; 8. Deducción.

Desde cuarto hasta sexto grado se incluyen habilidades más complejas, que los autores llaman "procesos integrados", las cuales "consolidan y amplían las capacidades desarrolladas en los // grados inferiores". Dichos procesos son: 1. Formulación de hipóte- sis; 2. Control de variables; 3. Interpretación de datos; 4. Defi- nición operativa; 5. Experimentación.

Este proyecto supera el modelo tradicional, ya que enfrenta a los niños con contenidos de mayor validez y relevancia científica, mediante la ejecución de actividades que incluyen los /// principales procesos de las ciencias. No obstante, está aceptando implícitamente que las operaciones y estrategias del pensamiento/ pueden aprenderse de la misma manera que las destrezas motoras. / Es decir, a través de una suerte de "entrenamiento mental" sin ca si ninguna continuidad temática, en el cual los procesos intelectuales aparecen artificialmente separados entre sí y desvincula-/ dos de los conceptos centrales de la ciencia (Véase Documento N°/ 4).

Al mismo tiempo, reemplaza el interés del sujeto hacia una problemática determinada por actividades estructuradas alrededor/ de procesos sobre los cuales el pensamiento infantil no puede aun reflexionar. Dicho de otra manera, es más probable que un chico / se interese por averiguar por qué ciertos cuerpos flotan que por/ aprender el proceso de deducir.

Tampoco el ejercitarse en el proceso de la deducción con / respecto a la flotabilidad de los cuerpos o en la pérdida de agua en las plantas garantiza que el aprendizaje del proceso pueda generalizarse luego hasta el punto de capacitar a los niños para / resolver cualquier problema por la misma vía.

Cabe preguntarse asimismo si los autores de este proyecto/ lograron identificar y aislar "procesos puros" o si en realidad,/ para resolver los ejercicios que proponen deben ponerse en marcha múltiples procesos interrelacionados. ¿Es posible lograr que un / niño o un adulto observen objetos sin hacer uso de las relaciones

Este proyecto supera el modelo tradicional, ya que enfrenta a los niños con contenidos de mayor validez y relevancia científica, mediante la ejecución de actividades que incluyen los /// principales procesos de las ciencias. No obstante, está aceptando implícitamente que las operaciones y estrategias del pensamiento/ pueden aprenderse de la misma manera que las destrezas motoras. / Es decir, a través de una suerte de "entrenamiento mental" sin ca si ninguna continuidad temática, en el cual los procesos intelectuales aparecen artificialmente separados entre sí y desvincula-/ dos de los conceptos centrales de la ciencia (Véase Documento N°/ 4).

Al mismo tiempo, reemplaza el interés del sujeto hacia una problemática determinada por actividades estructuradas alrededor/ de procesos sobre los cuales el pensamiento infantil no puede aun reflexionar. Dicho de otra manera, es más probable que un chico / se interese por averiguar por qué ciertos cuerpos flotan que por/ aprender el proceso de deducir.

Tampoco el ejercitarse en el proceso de la deducción con / respecto a la flotabilidad de los cuerpos o en la pérdida de agua en las plantas garantiza que el aprendizaje del proceso pueda ge- neralizarse luego hasta el punto de capacitar a los niños para / resolver cualquier problema por la misma vía.

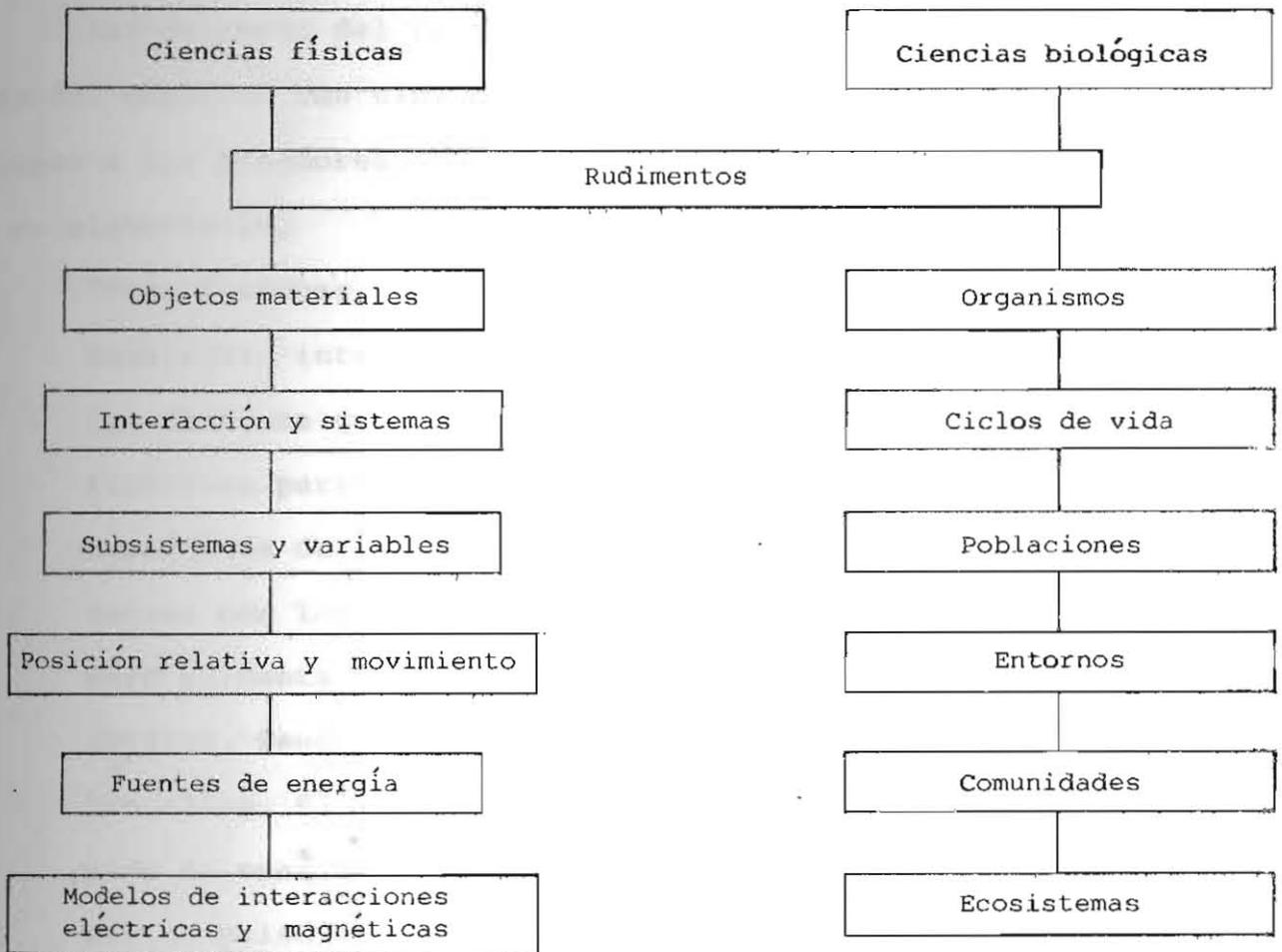
Cabe preguntarse asimismo si los autores de este proyecto/ lograron identificar y aislar "procesos puros" o si en realidad,/ para resolver los ejercicios que proponen deben ponerse en marcha múltiples procesos interrelacionados. ¿Es posible lograr que un / niño o un adulto observen objetos sin hacer uso de las relaciones

de espacio y de tiempo, sin elaborar una suerte de agrupamiento o clasificación elemental, sin comunicar sus impresiones o sin emplear la deducción?

¿Vale la pena entonces sacrificar la flexibilidad y el estímulo a la creatividad de un plan de estudios a favor de la incierta posibilidad de establecer por anticipado lo que lograrán los niños mediante planes férreamente estructurados?

Otro proyecto surgido en la misma época fue el denominado SCIS (Science Curriculum Improvement Study o Estudio del mejoramiento del currículo de ciencias) dirigido por Robert Karplus de la Universidad de California, que tiene como meta el "alfabetismo científico". Este es definido como la construcción gradual de una estructura y vocabulario conceptuales que posibilitarán al niño la asimilación y comprensión más adecuada de sus experiencias posteriores, ya sea mediante la observación directa o a través de fuentes intermedias (libros, televisión, etc.).

El marco conceptual del SCIS, que se resume en el cuadro siguiente, está compuesto por trece centros de interés agrupados en dos series, una correspondiente a las ciencias físicas y otra a la de las ciencias de la vida. (7)



Dentro de cada una de las unidades, los conceptos se desarrollan según una secuencia tal que las ideas presentadas en las primeras unidades son ampliadas y "pulidas" en las subsiguientes.

Aunque en este programa no se hace referencia a las habilidades de proceso, según sus autores la omisión es intencional, // pues se considera que el aprendizaje de procesos es consecuencia/natural del aprendizaje conceptual. A medida que aumenta la complejidad de los conceptos, más complejas son las operaciones del pensamiento que se ponen en juego para aprenderlos.

Las palabras del propio Karplus, que transcribimos a continuación, explican con claridad los aspectos fundamentales que // guiaron a los creadores del SCIS durante los diez años que demandó su elaboración.

"Para elaborar programas docentes que estimulen el / desarrollo intelectual de los niños hay que conocer / los factores que pueden influir en él. Los más signi / ficativos parecen ser la exploración física y mental / espontánea de un ambiente variado y la interacción / social con los padres, maestros y compañeros. El pri / mero alimenta la experiencia del niño respecto a los / objetos, fenómenos y el control que puede ejercer so / bre ellos. El segundo favorece el recuento del conte / nido de esas experiencias y su representación por me / dio de palabras o símbolos, pasos esenciales para // llegar a las abstracciones. Naturalmente, los nive - / les en los que tiene lugar la comunicación con los / niños deben ser apropiados a sus fases de desarro - / llo".

Según el autor citado, los medios usados habitualmente por la escuela para lograr el aprendizaje de las ciencias (libros de / texto y otras autoridades, ciertos ejercicios prácticos) nunca // llegan a ser "... tan eficaces como las experiencias directas, // que alimentan el desarrollo intelectual del sentido común, del ra / zonamiento y desarrollan su inteligencia fuera de la escuela. En / lugar de dirigir este desarrollo hacia la comprensión moderna de / la ciencia, la mayoría de los cursos de ciencias existentes hoy /

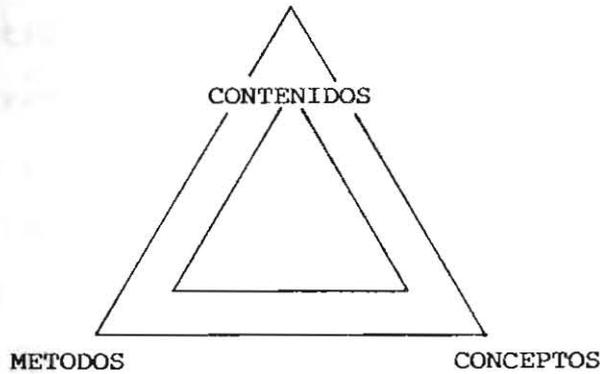
día crean una estructura relativamente abstracta de conocimientos librescos, impuestos desde arriba y desconectados de la realidad, que no se utilizan fuera de la escuela y que llegan a atrofiarse.

Esta afirmación no debe interpretarse en el sentido de que en mi opinión, un estudiante joven sólo pueda aprender a través / de observaciones directas; el mundo es demasiado complicado para / permitirlo. Significa, sin embargo, que los primeros años de la / enseñanza deben proporcionar un programa muy diversificado, basa- do en una experiencia concreta. La parte difícil, que a menudo se olvida, es que la experiencia concreta debe presentarse de manera que se integre en un armazón conceptual. Entonces, y sólo enton- / ces, el aprendizaje inicial formará una base para la asimilación / de experiencias posteriores". (7)

Los programas analizados ejemplifican tres criterios dis- / tintos de organizar los contenidos, cada uno basado a su vez en u na particular concepción del aprendizaje. El primero centra su a- / tención en los contenidos o productos de la ciencia. El segundo / modelo se fundamenta en los procesos científicos, relegando la in- / tegración de los contenidos a un plano secundario. Por último, el tercer programa organiza los temas alrededor de determinados con- / ceptos científicos básicos, pues considera que las experiencias / concretas, aisladas del "armazón conceptual", no promueven un au- / téntico aprendizaje de las ciencias.

El siguiente esquema, diseñado por W. Hall (6), resume las ideas anteriormente expuestas. Dice su autor que "si un método se acerca al vértice opuesto a la base, podremos suponer que no a- /

lienta el aprendizaje de las ideas básicas de las ciencias, ni de los medios de operar con estas ideas".



En otro plano de análisis, podemos tener en cuenta el grado de integración interdisciplinario que permite cada uno de los enfoques comentados.

Esta tendencia a encarar una enseñanza integrada de las // ciencias, generalizada en los últimos años, procura relacionar // distintos contenidos disciplinares para conformar unidades de sen tido alrededor de ejes unificadores. No sólo con la pretensión de brindar una visión de conjunto del medio físico, sino también con el fin de aprovechar el empleo de metodologías comunes.

En ese sentido, tanto el proyecto basado en procesos, como el elaborado por el SCIS, permiten integrar asignaturas y disci-// plinas hasta hoy inconexas; el primero mediante el empleo de comu nes "habilidades de proceso"; el segundo a través de una adecuada propuesta de conceptos básicos, que irían desarrollándose a la ma nera de una espiral a través del tiempo.

El segundo de los enfoques cuenta ya con antecedentes im-// portantes, como por ejemplo el diseño producido e implementado du

rante la década del '60 por el BSCS (Biological Science Curriculum Study), para la enseñanza de la biología en el nivel secundario, que tuvo amplia repercusión en nuestro país. El BSCS logró una integración de tipo intradisciplinario al organizar los contenidos de distintas ramas de las ciencias biológicas (botánica, // zoología, genética, evolución, ecología, fisiología, anatomía, // etc.) sobre la base de grandes esquemas conceptuales, llamados // "Temas unificadores de la biología".

En una etapa posterior, se intentó la integración de los contenidos de las distintas ciencias experimentales (física, química, biología, geología, etc.) a partir de esquemas conceptuales o ejes integradores de mayor alcance.

Así en nuestro país, el Diseño Curricular de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires -1986- (Véase Anexo Nº 3), toma como gran eje integrador del área de las ciencias naturales, para el segundo ciclo de la escolaridad primaria, las "Interrelaciones en el ecosistema", tema que permite integrar aspectos biológicos/ y físico-químicos del mundo natural.

Avanzando un paso más en la integración disciplinaria, el mismo diseño ofrece una "Propuesta de integración de las disciplinas curriculares", donde se ponen en juego los aspectos sociales, naturales, matemáticos, expresivos y comunicacionales de distintas problemáticas, tomadas como ejes de integración global.

En nuestro próximo documento abordaremos otros aspectos // que fundamentan el enfoque de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria, poniendo énfasis en lo metodológico.

ANEXO N° 1

*"Plan de Estudios y Programa de Educación Primaria", /
Consejo Nacional de Educación, Buenos Aires, 1961.*

NATURALEZA⁽¹⁾

El estudio de la Naturaleza en la escuela primaria debe tener la jerarquía que corresponde a su importancia, tanto por el valor de los conocimientos fundamentales que pertenecen a su esfera de acción como por el contenido educativo que ellos encierran en forma potencial.

En el aprendizaje de esta asignatura el niño halla los elementos básicos indispensables para conocer los seres que lo rodean y los fenómenos que tienen lugar en torno de él capacitándose, al mismo tiempo, para comprender el medio natural en que vive y su situación en el mundo circundante. De esta manera se desarrollarán sus naturales aptitudes de observación y de análisis, de correlación, de generalización, de síntesis y de aplicación, y se contribuirá al mismo tiempo a educar su voluntad influyendo sobre su formación intelectual y moral. Además, el conocimiento de algunas vidas ejemplares consagradas a la investigación científica y la conciencia que irá adquiriendo del orden y de la armonía que preside la incesante actividad del universo, le permitirán comprender y valorar su propia vida y lo habilitarán para nuevas conquistas y elaboraciones superiores.

La enseñanza que se suministre sobre los temas de esta disciplina deberá convertirse también en permanente oportunidad de formación de hábitos provechosos para el educando, al ponerlo en situación de apelar a los recursos del método experimental, siempre en relación con las posibilidades crecientes de su desarrollo mental y de sus características psicológicas en evolución.

Tres proposiciones fundamentales orientan el estudio de la Naturaleza en estos programas; a saber:

- a) Que los animales y las plantas son, como el hombre, seres vivos.
- b) Que es de vital importancia aprender a mantener y cuidar la salud.
- c) Que la existencia y el desarrollo de los seres y las manifestaciones de las fuerzas naturales responden a leyes que, a medida que se conocen, permiten intuir la magnificencia de la armonía universal.

Por estas premisas, el alumno debe llegar a comprender que todos los seres vivos están perfectamente adaptados al medio y a las condiciones en que deben vivir; que la vida los obliga a cumplir mediante dispositivos distintos, idénticas funciones: funciones de nutrición, de reproducción y de relación; que los animales, incluso el hombre, no podrían vivir si no existieran los vegetales y que tanto los animales como los vegetales necesitan del agua, del aire y del calor del sol; que el equilibrio de los seres vivos sobre la tierra se mantiene a expensas de la lucha permanente que deben afrontar para subsistir, y que el hombre, por el alto nivel de sus funciones psíquicas y por estar dotado de un lenguaje organizado, es el único ser capaz de trabajar conscientemente para contribuir al bienestar de la sociedad en que vive.

Este programa, bien interpretado, ha de servir no sólo para que el alumno adquiera los conocimientos científicos elementales sobre anatomía, zoología, botánica, mineralogía, física y química, sino también para que al término de su desarrollo conozca la importancia que revisten el cumplimiento de las prácticas higiénicas aconsejadas, y la aplicación oportuna de sueros y vacunas en el mantenimiento de la salud y la preservación de las enfermedades.

Cumplido este programa de enseñanza de la Naturaleza, el alumno debe estar espiritualmente preparado para colaborar en todo momento con las personas y con los organismos que se ocupen en obras de bienestar común relacionadas con la ayuda a los desamparados y la protección del suelo, de las plantas, de los animales.

Por este camino se enseña al niño a amar a la Patria y no es aventurado pensar que durante su paso por la escuela, podemos llevarlo a intuir que la armonía terrestre no es sino una parte mínima de la armonía universal (las posibilidades actuales en este sentido son magníficas) y que todos los seres tienen un principio, un desarrollo y un fin. Acercar al niño a la naturaleza, enseñarle a auscultar sus formas y a comprender su ritmo, es iniciarlo en la apreciación de la belleza, base de su educación estética.

En la realización de este programa, de primero a sexto grados, todos los recursos didácticos que se empleen estarán destinados a formar al niño en los conceptos antedichos, teniendo siempre presente que él debe ser el protagonista de su propio aprendizaje, única manera de despertar su interés, cultivar su atención y contribuir eficazmente a su desarrollo intelectual. Esta afirmación anticipa la exigencia de una enseñanza activa y práctica y el fracaso de la transmisión puramente verbal de los conocimientos.

La naturaleza viva deberá ocupar siempre el primer plano en la preocupación del maestro; las experiencias serán simples y encaminadas a explicar los fenómenos más comunes con los elementos y materiales más sencillos.

El jardín, el terrario y el acuario serán elementos auxiliares de gran valor para evitar en esta enseñanza el carácter teórico y enciclopedista.

Desde el punto de vista práctico, se enseñará a los niños a obtener el mayor aprovechamiento de los recursos naturales, a evitar su derroche y a utilizar racionalmente los seres y las fuerzas naturales en sus múltiples y diversas aplicaciones.

En todos los casos se complementarán las actividades específicas con ejercicios escritos, orales y gráficos de expresión y de aplicación.

NATURALEZA

VIDA VEGETAL (1)	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
<p>PLANTAS CON FLORES</p>	<p>Las plantas más comunes del lugar.</p> <p>Partes de la planta.</p> <p>Siembra.</p>	<p>Estudio de plantas del lugar, de tallo aéreo, con flores completas. Caracteres externos de cada una de sus partes, en particular de la flor.</p> <p>Práctica de la germinación. Multiplicación por gajos.</p>	<p>Plantas de tallo aéreo: estudio de un ejemplar típico del lugar, preferentemente de aplicación industrial. Plantas de tallo subterráneo: reconocimiento de sus partes; observaciones comparadas. La flor y los ciclos florales: nociones sobre la función de la flor. Dispersión de las semillas de las plantas estudiadas.</p> <p>Multiplicación por acodos. Funciones de nutrición. Demostración de la absorción, la circulación y la transpiración.</p>	<p>Plantas de tallo subterráneo: estudio comparativo de algunos ejemplares típicos del lugar, preferentemente de aplicación industrial. Demostración de la existencia del agua y del almidón en los tallos subterráneos. Organos de reserva.</p> <p>Injertos.</p> <p>La absorción de las plantas que viven en el agua; la transpiración de las que viven en regiones secas. Adaptación al medio.</p> <p>Funciones de reproducción. La flor y los ciclos florales. La polinización: transformación de la flor en fruto.</p>	<p>Plantas de tallo aéreo y de tallo subterráneo: morfología comparada. Plantas con flores agrupadas: noción de inflorescencia.</p> <p>Demostración de la respiración: intercambios gaseosos. Obtención de la clorofila: importancia de la asimilación clorofiliana.</p> <p>Caracteres distintivos de una conífera.</p>
<p>PLANTAS SIN FLORES</p>					<p>Somero estudio de un helecho. Ocasional referencias a otras plantas sin flores: musgos, hongos, algas, líquenes.</p>
<p>LAS PLANTAS EN SU RELACION CON EL HOMBRE</p>	<p>El cuidado de las plantas. Beneficios que reportan.</p>	<p>Cuidado y protección de las plantas.</p> <p>Los árboles históricos.</p>	<p>Vegetales silvestres y cultivados: la siembra y la cosecha. Conservación y mejoramiento del suelo. Conservación de la flora autóctona. El ceibo, flor nacional.</p>	<p>Forestación y reforestación.</p> <p>Viveros.</p>	<p>Relaciones y dependencias entre los animales, las plantas y los minerales.</p> <p>Jardines e Institutos Botánicos. Reservas y Parques Nacionales.</p>

Vida animal (1)	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado	
V E R T E B R A D O S	MAMIFEROS X	Vida y costumbres de algunos mamíferos (preferentemente ungulados, carnívoros, rumiantes y roedores) elegidos en especial entre los que habitan el medio circundante. Los caracteres externos en relación con su régimen de vida. Medios de ataque y de defensa.	—	—(preferentemente marsupiales, desdentados o primates).	—	—
		Referencias a los caracteres externos en relación con el régimen de vida.	—	Estudio de un mamífero volador y de un mamífero marino: la adaptación al medio.	—	—
	A V E S	Vida y costumbres de algunas aves (preferentemente pájaros, gallináceas, trepadoras o zancudas) elegidas en especial entre las que habitan el medio circundante. Los caracteres externos en relación con su régimen de vida. Medios de ataque y defensa.	—	—(preferentemente palmpedas, corredoras o rapaces).	—	—
		—	—	Las migraciones. Sus causas.	—	—
	REPTILES BATRACIOS Y PECES	—	—	—	Aspecto exterior y caracteres particulares de la organización interna en relación con el régimen de vida. Medios de ataque y defensa. Ciclo biológico.	—
INVERTEBRADOS	—	Observaciones en ejemplares elegidos preferentemente entre los del lugar.	—	Observación ocasional.	Aspecto exterior y caracteres particulares de la organización interna de algunos invertebrados (moluscos, gusanos y artrópodos) en relación con el medio en que viven y en ejemplares típicos del lugar de la escuela. Ciclo biológico. Conocimiento de algunos invertebrados causantes o transmisores de enfermedades en el hombre y en el ganado. Referencias a otros invertebrados acuáticos.	
Clasificación elemental	—	—	Vida y costumbres de algunos insectos que viven en sociedad.	—	Animales unicelulares y pluricelulares. Vertebrados e invertebrados.	
	—	—	—	De los vertebrados.	—	

Vida animal (1)	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
LOS ANIMALES EN RELACIÓN CON EL HOMBRE	Cuidado y protección de los animales. La Sociedad Protectora de Animales.	Beneficios que proporcionan. Perjuicios que causan algunos animales: manera de disminuirlos o evitarlos.	La caza: importancia de su reglamentación.	La pesca: importancia de su reglamentación. La piscicultura: importancia de su desarrollo en nuestro país.	Leyes de protección. Jardines Zoológicos. Museos de Historia Natural; sus propulsores.

Nota: El enunciado de los órdenes tiene como único objeto, facilitar la elección de los ejemplares.

(1) Fundamentalmente basada en la observación y experimentación.

El organismo humano y la salud (1)	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
EL CUERPO HUMANO	Reconocimiento de las partes exteriores. Los músculos y los huesos.	El esqueleto como sistema de sostén y de protección. El tórax y el abdomen: algunos de los órganos que contienen. Ritmo respiratorio y circulatorio.	Aparato digestivo: órganos que lo integran; el mecanismo de la digestión. Aparato respiratorio: órganos que lo integran. Explicación elemental de la respiración. Aparato circulatorio: órganos que lo integran.	La respiración: intercambios gaseosos. Capacidad pulmonar. La circulación. La sangre: su composición y función. El calor animal. Los riñones y la piel como órganos de excreción.	Las funciones de relación. El sistema nervioso central: órganos que lo integran. La sensibilidad y el movimiento: movimientos voluntarios e involuntarios. Órganos de los sentidos.
EL ASEO PERSONAL Y EL CUIDADO DE LA SALUD	El baño. Limpieza de la piel. Higiene de la boca. El aseo de los útiles de trabajo y de las prendas de vestir. El sol y el aire: la vida al aire libre.	Causas que pueden perturbar la salud. Medios para prevenir las enfermedades.	Normas para una buena digestión: factores que la perturban. Las caries dentarias. Normas para una buena respiración.	Aire puro y confinado. Peligro de los enfriamientos bruscos.	Higiene del sistema nervioso. El alcoholismo y el tabaquismo.
LOS ALIMENTOS: CUIDADO Y PREPARACIÓN	Principales alimentos del niño: la leche y sus derivados. Alimentos crudos y cocidos; frescos y conservados. Necesidad de hervir la leche. El agua potable. Lucha contra los insectos nocivos y las ratas.	Necesidad de una alimentación completa. Conservación de los alimentos.	Noción de alimento. Importancia de las vitaminas. Preparación e higiene de los alimentos.	Preparación de menús sencillos para una dieta completa y variada.	Platos regionales.

El organismo humano y la salud	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
ENFERMEDADES Y ACCIDENTES: PRIMEROS AUXILIOS	Golpes y heridas: sus peligros.	Algunas enfermedades comunes en la infancia. Hemorragias y quemaduras: primeros auxilios.	El contagio y la epidemia. Normas generales de higiene. Picaduras, torceduras y fracturas: primeros auxilios. El botiquín doméstico y el escolar.	Peligros de la deshidratación durante el verano y en los casos de fiebre y diarreas. Primeros auxilios en casos de asfixia, insolación y mordeduras. Manejo del termómetro clínico.	
VACUNAS, SUEROS Y ANTIBIÓTICOS	La vacunación antivariólica, antidiftérica y antipoliomielítica. Su obligatoriedad y sus beneficios.			Importancia de las vacunas, sueros y antibióticos. Tratamiento antirrábico y antitetánico. Suero anti-oftídico. Benefactores de la humanidad.	
PUERICULTURA	—	—	—	—	Alimentación del lactante. El baño del niño pequeño.
LA NIÑA Y EL VARÓN	—	—	—	Actividades y recreaciones apropiadas para cada uno.	

(1) Fundamentalmente basada en la observación y experimentación.

EL SUELO, EL AGUA, EL AIRE (1)	1º Inf. - 1º Sup. y 2º Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
EL SUELO	Conocimiento de algunos minerales de uso común. Propiedades.	El suelo y el subsuelo. Fertilidad. Minerales empleados en la construcción.	Canteras, minas y yacimientos petrolíferos.	Yacimientos carboníferos.	Referencias a la evolución de la Tierra.
COMBUSTIBLES		Combustibles vegetales. El fuego: peligros.	Combustibles minerales. Sustancias inflamables: sus peligros.	Los subproductos del carbón de piedra y del petróleo.	Los combustibles como fuente de energía.
EL AGUA	El agua y la vida. Fuentes de agua. Propiedades. Cambios de estado.		Ciclo del agua. Las sales en el agua.	El punto 0°C y el 100°C del termómetro. Erosión y sedimentación.	El agua como fuente de energía.
EL AIRE	El aire y la vida.				

EL SUELO, EL AGUA EL AIRE	1º Inf. - 1º Sup. y 2do. Grados	3er. Grado	4to. Grado	5to. Grado	6to. Grado
EL AIRE	La atmósfera. El aire en movimiento.	El aire en el agua. El viento: velocidad. Aplicaciones.	Noción de cuerpo gaseoso. El oxígeno y la combustión.	Presión atmosférica; variación con la altura. Aplicaciones industriales del aire enrarecido y de los gases comprimidos. El aire como agente de erosión.	
EL CALOR	El calor y la vida.	Fuentes naturales y artificiales. Cuerpos buenos y malos conductores. Dilatación de sólidos.	Dilatación. La temperatura. El termómetro.		
LA LUZ	La luz y la vida.	Fuentes naturales y artificiales. Cuerpos opacos, transparentes y translúcidos.		Propagación. Fenómenos de reflexión. Descomposición.	La cámara oscura. Fenómenos de refracción.
LA GRAVEDAD			La plomada y el nivel.	Caída de los cuerpos. La resistencia del aire: el paracaídas.	La Tierra en el sistema solar. La atracción universal.
EL MAGNETISMO				Imanes: la brújula.	Acción magnética de una corriente eléctrica.
EL SONIDO				Producción y propagación.	La voz. Grabación y reproducción del sonido.
LA ELECTRICIDAD					La electricidad como fuente de energía. La electricidad atmosférica.
LAS MAQUINAS SIMPLES				La palanca y sus aplicaciones.	
CONSTITUCION DE LA MATERIA					Átomos y moléculas. Cuerpos simples y compuestos.

ANEXO N^o 2

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

LOS PROCESOS

Desde el jardín de infantes hasta el tercer grado inclusive, se enseñan los siguientes procesos:

1. Observación.
2. Uso de relaciones de espacio y tiempo.
3. Uso de números.
4. Medición.
5. Clasificación.
6. Comunicación.
7. Predicción.
8. Deducción.

Desde el cuarto a sexto grado, se introducen habilidades más sutiles, que consolidan y amplían las capacidades desarrolladas en los grados inferiores. Estos "procesos integrados" son:

1. Formulación de hipótesis.
2. Control de variables.
3. Interpretación de datos.
4. Definición operativa.
5. Experimentación.

Se han identificado sus habilidades para cada uno de los procesos bajo la forma de conductas de alumnos y se las ha ordenado en secuencias cuidadosamente verificadas. El método empleado para desarrollar las habilidades consistió en identificar las conductas de los científicos en lo referente a procesos y luego subdividir en forma lógica esas conductas en categorías que permitan aprenderlas mejor. Por ejemplo, antes de que un niño pueda describir un objeto en términos de color y forma bidimensional, es probable que deba: 1) aprender a reconocer los colores primarios y secundarios, y 2) aprender a reconocer las formas bidimensionales. La figura 32 muestra

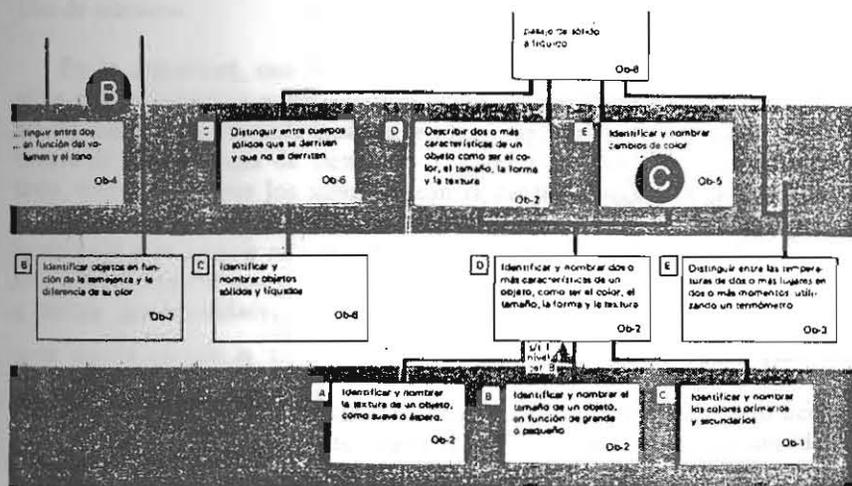


FIGURA 32. Gentileza de *Science - A Process Approach*, AAAS Commission on Science Education y Xerox Corp.

parte de la clasificación jerarquizada de subhabilidades correspondientes al proceso de observación. El ordenamiento progresivo a que responde esta clasificación es de tal tipo, que el dominio de las subhabilidades posteriores depende del dominio de las anteriores. Las clasificaciones combinadas de conductas de procesos forman el armazón de *Las ciencias: un método basado en procesos*, y rigen la selección y el ordenamiento de lecciones en el programa entero. Examinemos los rasgos generales y el ordenamiento de todos los procesos².

Observación

El niño empieza por reconocer los objetos y sus propiedades. En primer grado puede identificar un cono, un cubo, un cilindro, un óvalo, un rectángulo y otras figuras geométricas. (Figura 33.) Luego pasa a describir los cambios que se producen en sistemas físicos, tales como el de los sólidos en líquidos. Ordena una serie de observaciones que tienen lugar a lo largo de un período determinado. Uno de los últimos ejercicios le exige hacer observaciones controladas, mientras manipula las formas de diversos objetos y se fija en el tiempo que tardan en caer al suelo. Durante la secuencia, aprende a utilizar todos sus sentidos en la observación, a distinguir entre observaciones e inferencias, emplear mediciones para una captación más exacta y advertir los cambios que se producen cuando dos o más objetos actúan entre sí.

Uso de relaciones de espacio y tiempo

¿Cómo sabemos que un planeta lejano no es fundamentalmente bidimensional, igual que un trozo de cartón? ¿O como un cilindro cerrado, con un extremo apuntando hacia la tierra? En esta secuencia, los alumnos aprenden a dibujar objetos tridimensionales y descubrirlos en las proyecciones de sus sombras. También aprenden a reconocer la simetría en las formas de los animales. Descubren la manera de medir ángulos e intervalos de tiempo. Luego, aprenden a reconocer cambios en las posiciones de los objetos con relación a la posición de otro observador. (Recuérdese al "Sr. O" en la unidad del SCIS que se ocupa de la Relatividad. Aquí, el objeto de aprendizaje es el mismo.)

² Basado en AAAS Commission on Science Education, *Science - A Process Approach*, partes A-C, 1967, partes D y E, 1968, Xerox Education Division, Nueva York; y partes 6 y 7, 4ª edición experimental, American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C., 1967.

En la actualidad, casi todos reconocen la íntima correlación que existe entre ciencia moderna y matemáticas. Pero ¿por qué no enseñar por separado las habilidades cuantitativas requeridas y aplicarlas, en vez de enseñarlas dentro de un programa de ciencias? Al parecer, existen varias razones. Ante todo, esto asegura que los niños posean la cantidad necesaria de habilidades para los ejercicios científicos relacionados. Lo más probable es que se comprenda y se aprecie esta íntima relación entre ambos campos de asignaturas. Además, existe una cierta evidencia de que los alumnos aprenden mejor a utilizar sus habilidades numéricas en las ciencias si la matemática relacionada con la ciencia se enseña en secuencias ideadas especialmente para ese fin³.

En este proyecto se hace mucho hincapié en la matemática; esto ocurre hasta un tercio de las lecciones, según sea la forma en que se las considere. Sin embargo, la matemática que se enseña tiene por objeto suplir o complementar el programa normal de matemática, no reemplazarlo. Al parecer, los maestros comprueban que los ejercicios científicos ofrecen a los niños excelentes oportunidades para aplicar lo que aprenden en el programa normal.

Ya en el jardín de infantes se introducen los conjuntos y sus elementos, así como los números cardinales y ordinales. A esto sigue el empleo de la recta numérica, que incluye enteros positivos y negativos. (Figura 34.) Las ideas aprendidas aquí se aplican a la lectura de escalas de temperaturas, por ejemplo. El trabajo siguiente comprende determinación de promedios, empleo de decimales y expresión de grandes cantidades como potencias de diez. Más adelante se introduce el concepto de probabilidad en ideas sencillas relativas a la herencia. Por ejemplo: ¿Qué probabilidad existe de que una persona sea o no sensible (a una cierta sustancia química)?

Medición

Hace tanto tiempo que empleamos medidas uniformadas que es fácil olvidar la manera, a menudo arbitraria, en que fueron inventadas. Algunas de las actuales unidades inglesas de longitud (pulgada, pie, yarda, vara) se remontan, a lo largo de miles de años, al *cúbito*. Esta era la medida del antebrazo de un hombre, desde el codo a la yema del dedo mayor.

La parte relativa a medición de este programa empieza ocupándose del carácter arbitrario de las medidas y pone de relieve la necesidad de la unificación. Pronto se presenta el sistema métrico decimal, usado en forma exclusiva en el programa. Además de aprender a medir longitudes, masas y tiempo, los niños descubren la forma en que todas las demás medidas pueden derivarse de estas medidas básicas. Por ejemplo, la velocidad se deriva de la distancia recorrida en un determinado período. Mediante otras mediciones se determinan superficies, volúmenes, temperaturas y fuerzas. Además, los niños hacen estimaciones de medidas básicas y derivadas. También aprenden más sobre la medición de ángulos y aplican sus conocimientos a la reflexión de la luz. Una de las últimas técnicas que se aprenden es la de medición de objetos microscópicos.

³ Véase John R. Kolb, "Effects of Relating Mathematics to Science Instruction on the Acquisition of Quantitative Science Behaviors", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 5, N° 2, 1967-1968, páginas 174-182.

Clasificación

El niño empieza esta secuencia con la invitación a separar en grupos objetos sencillos, tales como hojas, conchillas y bloques, de acuerdo con sus similitudes y diferencias. Aprende a dividir un conjunto de objetos en dos o más subconjuntos basándose en una determinada propiedad. Se entera de que cada uno de estos subconjuntos puede a su vez subdividirse siguiendo el mismo principio. (La niña de la figura 35 está clasificando todos los objetos que forman un acuario).

Poco a poco, el niño comprende que todas las clasificaciones son arbitrarias, y que pueden basarse en las propiedades de los objetos o en sus usos. Avanza hacia una situación en la cual puede emplear clasificaciones de etapas múltiples y codificarlas en tarjetas perforadas para su tabulación rápida. Esta habilidad sugiere la posibilidad de una utilización más vasta.

Comunicación

El proceso de comunicación es, quizás, el más amplio de todos; abarca descripciones que exigen el conocimiento de los otros procesos. En la base misma de la comunicación en ciencias está la *reproducción*. ¿Puede un investigador explicar a otro lo que ha hecho con la exactitud necesaria como para que la segunda persona pueda realizar la operación y lograr los mismos resultados?

Los alumnos empiezan a afinar sus habilidades de comunicación con ejercicios de descripción. Al describir cuidadosamente varias propiedades de un objeto, descubren que otra persona puede reconocerlo sin necesidad de que se les diga cuál es el objeto. Aprenden a describir y ordenar los cambios en una planta conforme a intervalos de tiempo. Se advierte que los gráficos son maneras convenientes de transmitir eficientemente mucha información (Figura 36). Pero además durante el proceso, los alumnos se enteran de que se deben respetar ciertas convenciones al hacer los gráficos si se desea que los datos resulten comprensibles. Los niños advierten que los cuadros y los gráficos son, también, maneras eficaces de exponer datos. Se nota, asimismo, que los mapas y otros sistemas en que se usan coordenadas son excelentes para fijar con precisión las ubicaciones. Uno de los ejercicios finales de esta secuencia enseña a describir por escrito toda una investigación: finalidad, método, materiales, procedimiento y resultados.

Predicción

Muchos adultos y muchos niños creen que los términos "predicción" y "suposición" expresan una misma cosa. Pero existe entre ellos una diferencia importante, de acuerdo a como se los utiliza en este programa. Las predicciones se refieren a la posibilidad de que algo ocurra (o haya ocurrido) de acuerdo con observaciones anteriores. La suposición es un disparo en la oscuridad; se hace cuando se dispone de poca o ninguna evidencia. La secuencia formal de este proceso es breve: menos de media docena de ejercicios. Sin embargo, la predicción aparece en combinación con muchas otras lecciones de todo el programa.

Los niños empiezan la secuencia con una especie de encuesta sobre los animales preferidos por los alumnos de la clase. Los datos se inscriben en un gráfico de barras y se hace una comparación con las preferencias de otro grado. Basados en esta información, los chicos predicen lo que revelaría una encuesta realizada en un grado distinto. En otro ejercicio, los niños tratan de describir el movimiento de una pelota que rebota. Trazan un gráfico que los ayuda a comprender que el rebote de una pelota guarda relación directa con la altura desde la cual cae. Partiendo de esto, predicen hasta dónde llegarán los rebotes de una pelota que se deja caer desde varias alturas con las cuales no se han hecho pruebas.

En el ejercicio siguiente, "La llama que se extingue", los alumnos miden el tiempo durante el cual arde una vela, bajo jarras de tamaños diferentes. Volviendo a utilizar datos en forma de gráfico, los niños predicen el momento en que la vela se apagará en otras jarras con las cuales no se ha experimentado. Continúan verificando sus predicciones y corrigiéndolas a medida que se reúnen nuevos datos.

Las lecciones finales de la secuencia piden que se predigan los movimientos de péndulos oscilantes y el número de objetos necesario para equilibrar una balanza de brazos iguales, y que se estudie la frecuencia de las vibraciones de un resorte suspendido cuando se le cuelgan pesos diferentes.

Deducción

A veces la frase "ver para creer" puede inducirnos a error porque omite el proceso interpretativo que la debe acompañar. El propósito principal de esta secuencia es enseñar la diferencia entre las observaciones y las inferencias que de ellas se extraen. En una lección inicial, los alumnos tratan de inferir la identidad de objetos ocultos en paquetes. Empleando varios sentidos para las observaciones, empiezan a descubrir en los objetos suficientes propiedades como para hacer deducciones inteligentes sobre lo que son. El ejercicio siguiente presenta a la clase a Andrés y Miguelito, dos niños de una serie de dibujos cómicos. Los dos chicos mezclan sus afirmaciones de observaciones con deducciones. La clase debe clasificar correctamente estas afirmaciones y advertir el tipo de observaciones en que están basadas.

Otro ejercicio demuestra cómo se emplean las deducciones en la biología animal. Los niños examinan una proyección de diapositivas en colores de una escena en un bosque, en la cual se ven diferentes huellas y pisadas de animales. De un determinado grupo de animales, eligen los que podrían haber dejado esos rastros. Entre otras actividades figuran la observación de gotas de agua que se reúnen en el lado externo de un vaso y deducen su origen; idean maneras de verificar deducciones relativas a la pérdida de agua en las plantas; y deducen diseños de circuitos eléctricos mediante pruebas indirectas reunidas en las verificaciones de circuitos ocultos.

Formulación de hipótesis

El primero de los procesos integrados amplía el trabajo hecho anteriormente por los niños con deducciones. Estos aprenden que las hipótesis generalizadas pueden proporcionar más información que las particularizadas. Por ejemplo, la hipótesis limitada "una planta de geranio necesita energía luminosa para crecer" producirá una inferencia limitada. Una hipótesis de alcance más amplio, "las plantas verdes necesitan energía luminosa para crecer" permite también una inferencia más amplia, siempre que se realicen las comprobaciones del caso.

En algunas actividades, los niños adquieren experiencia en el desarrollo y la modificación de hipótesis basadas en observaciones indirectas. Por ejemplo, formulan hipótesis respecto de los contenidos ocultos de cajas especiales (que contienen sencillos mecanismos). Ven la necesidad de modificar sus hipótesis en virtud de nuevas pruebas obtenidas al empujar y tirar de varillas conectadas a los mecanismos, sacudir las cajas y tratar de averiguar de otras maneras lo que hay dentro. Se alienta a los alumnos a describir con palabras, dibujos, ilustraciones o construcciones sus hipótesis (modelos mentales) relativas a los mecanismos ocultos.

En actividades para sexto grado, la formulación de hipótesis se lleva a cabo juntamente con todos los otros procesos integrados ya que los niños realizan experimentos completos.

Control de variables

Muchas actividades de nivel primario relativas a observación y medición incluyen uno u otro intento de regir variables. La diferencia está, primordialmente, en la precisión. Un ejercicio inicial exige la observación atenta del movimiento de líquidos en distintos elementos: secantes, tejidos y arena. ¿Qué propiedades de estos materiales modifican los coeficientes de movimiento? ¿Cómo lo averiguaremos? Es necesario precisar y controlar las diferentes variables. Se manipula cada una de ellas y se observa la reacción provocada.

Algunas otras investigaciones que exigen probar y controlar variables son las siguientes: descubrir de qué manera la práctica influye en la retención mental de palabras; aprender qué factores influyen en las reacciones químicas; descubrir las condiciones que afectan a un cilindro rodante (figura 37) y observar los cambios que las variables ambientales producen en los seres vivos.

Interpretación de datos

También aquí los procesos básicos desempeñan un papel importante. Especialmente significativa es la capacidad para diferenciar entre inferencias y observaciones. Todos los ejercicios precedentes que presuponen razonar a partir de datos, habilitan al niño para nuevas interpretaciones de datos en niveles superiores. Los ejercicios integrados exigen razonar con predicciones, hipótesis y deducciones. En varias de las lecciones se incluye la interpretación de estadísticas y probabilidades sencillas.

Puede ocurrir que la descripción de un ejercicio ilustre el empleo característico de este proceso. El niño empieza por interpretar un gráfico en el cual ha consignado los diversos tiempos que tardan los conejillos de Indias en

recorrer un laberinto. Analiza los datos relativos al número de pruebas y formula predicciones respecto de los resultados de nuevas pruebas. Al hacerlo, debe relacionar los datos con estas hipótesis. Luego de comprobar sus hipótesis, saca, con cuidado, las conclusiones de esas comprobaciones. Si se lo alienta a explicar sus conclusiones, interpreta sus datos en una forma lógica que apoya sus conclusiones.

Definición operacional

Los niños empiezan por distinguir entre definiciones operacionales y no operacionales. Luego, en la misma secuencia, descubren la necesidad de esas definiciones y después las formulan.

Los ejercicios que se ocupan de este proceso desarrollan dos criterios para juzgar o idear una definición operacional: 1) ella debe incluir lo que se *hace*, y 2) lo que se *observa*. En un ejemplo característico, los niños tienen que decidir si diversas varillas de metal son "buenos" conductores de calor. Para responder a los dos criterios que determinan la definición operacional, se hará lo siguiente: 1) explicar de qué manera se pegará con cera una bolita (de las que los chicos usan para jugar) en cada varilla y poner cada extremo de la varilla en contacto con una llama, y 2) observar si ambas bolitas se desprenden a los tres minutos o algo menos.

Experimentación

Este proceso es, en realidad, una combinación de todos los procesos básicos e integrados y en su forma "pura" sólo se lo encuentra en ejercicios de sexto grado. Resulta evidente que, al llegar ese momento, los niños ya han realizado muchas investigaciones y experimentos. Pero es raro que antes de este nivel se les pida que realicen experimentos completos que los obliguen a emplear y combinar todos los procesos. En casi todos los ejercicios, los niños deben:

1. observar;
2. plantear preguntas que requieren investigación;
3. construir hipótesis;
4. reconocer las variables;
5. formular definiciones operativas;
6. construir hipótesis y comprobarlas;
7. reunir y exponer datos;
8. interpretar datos;
9. modificar hipótesis a medida que sea necesario; y
10. repetir parcial o totalmente el ciclo cuando sea necesario.

ESTRUCTURA DE LAS LECCIONES

El programa total se divide en siete partes, desde A a G. La parte A podría utilizarse en jardines de infantes, la B en el primer grado y así sucesivamente. Para cada parte hay una guía de maestros. La guía consiste en una caja de veinte a veinticinco folletos de lecciones, denominadas ejercicios. (Figura 38.)

Los ejercicios responden al siguiente esquema:

Título del ejercicio

Finalidades — las conductas que un niño debe manifestar al finalizar el ejercicio.

Secuencia — inserción del ejercicio dentro de la secuencia, qué fue lo que condujo a éste y cuál le seguirá.

Exposición razonada — descripción del ejercicio y su relación con otros; además, información adicional relativa al tema de la asignatura a medida que se la requiera.

Vocabulario — lista de las palabras que los niños aprenderán.

Materiales — equipo de enseñanza y artículos necesarios para el ejercicio.

Procedimiento para la instrucción — sugiere la manera de presentar el ejercicio mediante preguntas o problemas y proporciona una lista de las actividades.

Experiencia generalizadora — una actividad que contiene un tema diferente, pero que exige la aplicación de la misma habilidad de proceso; esto contribuye a asegurar que el proceso será trasladado a otras situaciones.

Valoración — sugiere tareas para los niños, de modo que el maestro pueda conocer hasta qué punto han logrado los objetivos del ejercicio.

Medición de la competencia — una prueba oral o escrita para alumnos considerados individualmente o para una clase.

Véase en las páginas 234-247 una muestra de un ejercicio perteneciente a la parte D.⁴

⁴ *Science - A Process Approach*, parte D, Xerox Education Division, Nueva York, 1968. Con autorización.

Temas de las lecciones

En la mayor parte de los programas organizados sobre la base de una asignatura, el tema de cada unidad refleja la continuidad de la asignatura a través de las lecciones. Es posible que en una unidad sobre electricidad se presenten varias ideas diferentes, pero todas las lecciones versan sobre electricidad. Tal como ya se ha mencionado, el programa que estamos analizando elige la asignatura principalmente como ayuda para el desarrollo de las habilidades de proceso. Esto se traduce en ejercicios (lecciones) que pueden tener poca o ninguna continuidad temática. Por ejemplo, esto sucede con los veintidós temas consecutivos de los ejercicios de parte D (el número inscrito detrás del proceso se refiere al orden del ejercicio en cada secuencia del proceso):

- a. Deducción 3 "Observaciones y deducciones"
- b. Deducción 4 "Huellas y pisadas"
- c. Predicción 3 "Descripción del movimiento de una pelota que rebota"
- d. Uso de números 10 "División como medio para calcular coeficientes y medias"
- e. Deducción 5 "El desplazamiento del agua por el aire"
- f. Medición 13 "Descripción del movimiento de un disco de fonógrafo"
- g. Medición 14 "Medición gota a gota"
- h. Uso de los números 11 "Metros, dinero y decimales"
- j. Comunicación 11 "Descripción de ubicación"
- k. Medición 15 "Medición de la evaporación del agua"
- l. Deducción 6 "Pérdida de agua en las plantas"
- m. Predicción 4 "La llama que se extingue"
- n. Observación 16 "Polos magnéticos"
- o. Empleo de las relaciones espacio-tiempo 14 "Coeficiente de cambio de posición"
- p. Medición 16 "Descripción y representación de fuerzas"
- q. Observación 17 "Observación del crecimiento de las semillas"
- r. Comunicación 12 "Informe por escrito de una investigación"
- s. Empleo de las relaciones espacio-tiempo 15 "Representación bidimensional de figuras espaciales"
- t. Clasificación 10 "Utilización de tarjetas perforadas para registrar una clasificación"
- u. Empleo de las relaciones espacio-tiempo 16 "Posición relativa y movimiento"
- v. Observación 18 "Observación de la caída de los cuerpos"

Sin embargo, existe una continuidad de *proceso* en esta sencilla lista. Y la continuidad de proceso está cuidadosamente incorporada en todo el programa mediante complejas jerarquías de proceso. ¿Es un inconveniente la falta comparativa de continuidad temática? En el capítulo final abordaremos esta y otras cuestiones.

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

2 Las ciencias en la escuela primaria

2.1. Aporte de las Ciencias Naturales a la formación del sujeto cognoscente y socio-cultural

El niño de la ciudad de Buenos Aires vive rodeado de un mundo profundamente modificado por la acción del hombre. Sin embargo, sus experiencias cotidianas lo ponen en contacto con seres y fenómenos naturales: plantas que adornan su balcón, jardín o el interior de su vivienda, plantas de las plazas, parques y paseos; animales domésticos a quienes cuida y quiere, insectos y arañas que pululan por doquier, especialmente en los días cálidos, aves que surcan el cielo y que anidan en árboles, cornisas, balcones, postes, etc., el aire que nos rodea, el agua, el suelo, el cielo, los astros, la lluvia, el viento, las variaciones de la temperatura, etc., etc. Todo esto sin olvidar las maravillosas manifestaciones de la vida en su cuerpo y el de los otros.

Como vemos, no son pocas las expresiones de la Naturaleza que forman parte de la realidad cotidiana de un niño de nuestra ciudad.

Sin embargo, cabe preguntarse ¿se siente este niño que vive rodeado por un entorno artificial, miembro de un mundo natural?

Es, sin duda, misión de la escuela de la ciudad de Buenos Aires revitalizar el contacto con lo natural, despertar el amor por los elementos que componen nuestro ambiente natural, infundir respeto por todas las manifestaciones de la vida, concientizar sobre la acción transformadora del hombre en sus aspectos negativos y positivos, alertar sobre la acción depredadora del hombre; erigirse en defensora del equilibrio ambiental y los recursos naturales y promotora de la salud como estado de equilibrio entre el hombre y el ambiente.

El conocimiento eficaz de conceptos básicos en Ciencias Naturales no sólo enriquecerá el acervo cultural de los educandos, sino también lo capacitará para actuar convenientemente en situaciones de la vida diaria haciéndolo, en consecuencia, más competente en la vida. Para el aprendizaje de las ciencias la escuela cuenta con una gran ventaja: la mayor parte de los niños son curiosos, están interesados en saber el por qué y el cómo de cuanto ven y escuchan. Esta curiosidad intelectual, existente en todas las edades, es como la gran fuerza impulsora del conocimiento. Los niños tratan de buscar explicaciones a los fenómenos naturales de su medio inmediato; pero las mismas están teñidas del egocentrismo que caracteriza sus primeros años. De allí que atribuyan las causas de los fenómenos a seres humanos o no dotados de voluntad, los que tendrían una finalidad en su accionar.

La mentalidad infantil está lejos de un auténtico espíritu científico para el cual los fenómenos naturales sólo pueden explicarse con referencia a causas experimentalmente comprobables. ¿Cuáles son las causas que llamamos "objetivas"? Son las causas fundamentales, aquellas sobre las cuales es necesario actuar para obtener o modificar el fenómeno. En la búsqueda de explicaciones a los fenómenos naturales, la escuela contribuirá a que los niños pasen de una causalidad mágica a una causalidad lógica, a que descubran la causa fundamental de algunos fenómenos naturales.

En este sentido, una educación de tipo "científica" consistirá en promover una "actitud científica", la que se caracteriza por la búsqueda constante de la objetividad y no sólo la mera adquisición del conocimiento. En esta búsqueda, la tarea compartida será fundamental, poniéndose en juego actitudes de cooperación, respeto por la opinión de los otros, responsabilidad en la tarea, perseverancia, etc., implícitas siempre en la labor científica.

22. Aporte de las Ciencias Naturales a la formación del sujeto socio-comunicativo

La comunicación en ciencias tiene un papel fundamental. El trabajo personal de un científico no es todavía ciencia. Las observaciones que no puedan ser controladas por otro investigador o las experiencias que no puedan ser repetidas por otros, carecen de valor científico. Sólo cuando sus observaciones o experiencias son controladas o discutidas, es que el investigador serio comienza a tener confianza en su labor. Es evidente que esa discusión sólo es posible cuando los otros conocen sus trabajos.

Los descubrimientos científicos son propiedad pública y, por lo tanto, deben publicarse. Dentro de las actitudes científicas que promoveremos desde el aula la exactitud en la comunicación de las observaciones y experiencias realizadas por los niños, será una de ellas.

Los niños registrarán sus descubrimientos consiruyendo informes orales o escritos de las tareas realizadas, donde podrán señalar los problemas planteados, formular las predicciones, describir los procedimientos llevados a cabo para verificar o no dichas predicciones, consignar las conclusiones extraídas, etc. Debemos aclarar que la secuencia aquí enunciada no es fija.

Los registros realizados por los niños tienen como utilidad principal el poder compartir sus "descubrimientos", confrontarlos, revisarlos, reflexionar sobre los mismos. Así el aula se transforma en una pequeña "comunidad científica" que construye y comunica su saber. Estos registros con el tiempo (3er. ciclo) deberán caracterizarse por la precisión y objetividad en el lenguaje utilizado.

En los registros que los niños hacen de sus descubrimientos será necesario incluir el lenguaje gráfico. Dibujos, esquemas, gráficos de diversos tipos, son ayudas inestimables que el investigador utiliza para comunicar sus observaciones, experiencias y conclusiones.

La lectura, interpretación, construcción de gráficos de diversos tipos se adaptarán a necesidades, intereses, capacidades de los educandos, pero es un aspecto de tal relevancia en el acto comunicativo en ciencias que no debe soslayarse. La escuela promoverá la utilización y construcción de estos recursos por los niños desde los primeros grados.

Lenguaje del área

El lenguaje es un instrumento valioso de las personas involucradas en tareas académicas para expresar, organizar y debatir sus ideas. En el caso de los niños, cuyos conceptos están en formación, Piaget previene a los maestros sobre las limitaciones del lenguaje cuando afirma: "Las palabras probablemente no son el camino más corto para un mejor entendimiento... El nivel de comprensión parece modificar el lenguaje que se usa y no viceversa... El lenguaje sirve principalmente para traducir lo que ya es entendido; o el lenguaje puede inclusive presentar un peligro si es usado para introducir una idea que no siempre es comprendida".

Un niño puede pronunciar la palabra "fotosíntesis", pero esto no refleja que tenga una noción del concepto que representa. Puede usar la palabra en el contexto correcto, o puede repetir una definición del libro de texto y aún así comprender una mínima noción del concepto. La asimilación verdadera de una nueva información implica su integración a una red de conceptos. El grado en que el niño pueda aplicarlo en un contexto diferente, será un índice confiable de su verdadera comprensión.

De lo expuesto concluimos que sólo se introducirán vocablos propios del área, luego que el concepto que encierra ha sido comprendido (y no antes), evitando la sobreabundancia de términos, cuya aplicabilidad al lenguaje cotidiano es restringida pero evitando sustituciones imprecisas y aún incorrectas.

3 Los contenidos curriculares

La ciencia es más que una colección de informaciones, así como una casa es más que una pila de ladrillos. La función de una teoría en ciencias es organizar la "colección" de informaciones en un patrón significativo. Es por esta razón que hemos organizado el contenido de este currículum alrededor de la teoría ecológica que contempla las relaciones existentes entre un grupo de organismos y el ambiente en que viven. ¿Por qué hemos adoptado este enfoque? ¿A qué se debe el privilegio conferido a la disciplina biológica sobre las otras disciplinas que integran el área?

El enfoque adoptado, además de su relevancia desde el punto de vista disciplinar, tiene profunda significación desde lo social.

La comprensión de los problemas relacionados con el mantenimiento del equilibrio ambiental y el papel que el hombre juega en el mismo es fundamental en las generaciones en formación, ya que de ella dependerá en gran medida la permanencia o desaparición del hombre de la faz de la tierra.

Desde un punto de vista psicológico, el recorte de contenidos realizado se debe a que los fenómenos y procesos biológicos son más significativos y adecuados para los niños de la escuela primaria. Sin embargo, aspectos físicos y químicos se suman a los biológicos formando un todo integrado.

¿Cuál es el alcance del enfoque adoptado?

Todos los seres vivos están rodeados por ciertas condiciones de vida que incluyen todos los factores físicos del hábitat, así como la presencia y efectos de otros organismos vivos. Este conjunto de influencias constituyen el medio. Cada especie de organismos vegetales o animales está adaptada a un ambiente particular en el cual se desarrolla ya que encuentra en él alimento y espacio para vivir.

Los individuos de una misma especie forman las poblaciones y las poblaciones que conviven en un lugar determinado constituyen la comunidad. Los factores ambientales influyen sobre el tamaño de las poblaciones provocando nacimientos, muertes y migraciones cuyo resultado es un estado de permanente equilibrio dinámico. Del equilibrio de las poblaciones depende el equilibrio de la comunidad y finalmente del equilibrio de las diferentes comunidades resulta el equilibrio biológico de la Naturaleza.

Desde el punto de vista de la economía de la Naturaleza no existen seres inútiles, porque todos juegan un papel en los caminos seguidos por la materia y la energía. Así a través de las cadenas y redes alimentarias la materia cumple un camino cíclico pasando constantemente desde un mundo vivo al no vivo y la energía fluye continuamente siguiendo una ruta unidireccional ya que parte se pierde constantemente en las transformaciones energéticas, por lo que un sistema viviente necesita un aporte constante de energía proveniente de la luz solar.

La trama de relaciones entre los seres vivos y con el ambiente abiótico es compleja pero armónica y su funcionamiento se asemeja al mecanismo de un reloj.

La especie humana influye consciente o inconscientemente en la Naturaleza. Como cualquier otra especie está sometida a las leyes naturales y cumple un papel en el camino de la materia y energía. Pero el hombre, como ser sociocultural, desarrolla acciones voluntarias y planificadas producto de su razonamiento que transforman la Naturaleza. Ha desarrollado la ciencia y ha llegado por la tecnología a influir de una manera decisiva en el control de muchos fenómenos naturales.

Puede abonar la tierra para asegurar la riqueza del suelo, puede hacer florecer la vida en lugares desérticos, puede mejorar el rendimiento de las especies comestibles a través de la selección artificial, puede crear reservas y parques naturales ayudando a la preservación de especies silvestres, etc.. Pero el hombre también ha modificado profundamente las comunidades a través de una serie de prácticas tales como el uso de pesticidas, la contaminación de agua, suelo y aire, la introducción de especies exóticas, la caza y pesca indiscriminada, la deforestación, el incendio intencional, la conversión de tierras vírgenes en tierras de pastoreo, etc., etc..

Si bien el avance de la ciencia y la técnica ha permitido el mejoramiento de la calidad de vida de la población humana en muchos aspectos, no menos cierto es que dicho avance ha provocado cambios profundos en la sociedad que ha repercutido negativamente en la salud humana (aumento de las enfermedades nerviosas y cardiovasculares; cáncer; nuevas enfermedades profesionales, accidentes de tránsito, domiciliarios, en los lugares de trabajo; droga-dependencias, etc.).

De allí la necesidad de formar individuos conscientes de estos problemas, alertados convenientemente de las ventajas y desventajas que implican su accionar, capaces de tomar las decisiones preventivas más adecuadas con responsabilidad y respeto para consigo mismo y para con los demás.

La preocupación puesta de manifiesto en este enfoque en las relaciones hombre-ambiente permite aplicar el enfoque interdisciplinario propio de este currículum.

3.1. Los contenidos en los diversos ciclos de la escuela primaria

3.1.1. Ejes

Los contenidos curriculares en este área se organizan alrededor de dos tipos de ejes.

Mientras que el 1er. ciclo se vertebra alrededor del eje "vida cotidiana" (escolar, familiar, barrial), hemos seleccionado para el 2º y 3º ciclos dos ejes disciplinares: "relaciones entre los elementos del ecosistema" (para el 2º ciclo), "funcionamiento del ecosistema" (para el 3º ciclo).

Los criterios de selección adoptados, marcos de vida por una parte, disciplinares por otro, se justifican a partir del principio de descentración del niño. Para el alumno que ingresa a la escuela primaria la realidad se presenta como un todo global. Cometeríamos un error en un primer momento si presentáramos el medio del niño "encasillado" dividido en fragmentos de tipo disciplinarios (1er. ciclo). Sin embargo, este sincretismo infantil no debe ser superado, por lo que la actividad de análisis de la realidad le permitirá salir de su mundo global. De allí que los contenidos curriculares de Ciencias Naturales a partir del 2do. ciclo, se presentan con una secuencia e identidad propias a fin de recortar una perspectiva de análisis de una realidad que es única.

3.1.2. 1er. Ciclo

Como ya hemos comentado, no son pocas las manifestaciones de la Naturaleza que forman parte de la realidad cotidiana de un niño de nuestra ciudad. Proponemos entonces comenzar por diferenciar lo vivo de lo inerte ya que el niño que entra en la escuela primaria no sabe distinguir todavía lo animado de lo inanimado (para él sólo es vivo lo que se mueve). Para poder realizar una generalización acerca de lo vivo será necesario diferenciar este estado de lo que no lo es, mediante la conservación y manipulación mental de las propiedades de la vida (nacer, crecer, reproducirse, morir), así como sus funciones (alimentarse, respirar, eliminar desechos, etc.).

A partir del cuidado de los seres vivos en el aula, el niño irá descubriendo las *necesidades* vitales de los mismos, las *funciones* más evidentes que aquellos llevan a cabo y observarán los órganos que posibilitan anatómicamente esas funciones. Primero el niño ve "vivir" un ser, más tarde percibirá los órganos que permiten en ese ser las manifestaciones de vida ("La anatomía no precede a la fisiología"). Avanzaremos luego en la consideración de los medios en que se desarrolla la vida, surgiendo así el concepto de *adaptación*.

En este reconocimiento de lo viviente por el niño, parece útil reservar al hombre un lugar importante basado en el interés que el descubrimiento del propio cuerpo suscita y porque el objeto por observar está siempre al alcance de la mano del alumno. Así, manifestaciones vitales como la percepción de estímulos del ambiente, el movimiento, el latido del corazón, los movimientos torácicos durante la respiración, las modificaciones de la frecuencia cardíaca y respiratoria durante el ejercicio, la ingestión de los alimentos, etc. que pueden ser observadas diariamente son motivos de curiosidad para los niños. En relación con las funciones vitales surge la necesidad de incluir el cuidado de la salud personal y ambiental, cuya toma de conciencia debe iniciarse en este ciclo.

Las transformaciones que un ser vivo sufre a lo largo de su vida permitirá introducir el concepto de *cambio* de un ser vivo en el tiempo, así como de la permanencia a pesar de dichos cambios.

El niño de este ciclo a través de la observación y manipulación efectiva con seres y objetos arribará a las nociones aquí expuestas.

3.1.3. 2do. Ciclo

Avanzamos ahora en un mundo de *relaciones* entre lo vivo y lo no vivo. El aire, agua y suelo son elementos no vivos indispensables para la vida.

A través de la observación y experimentación los niños establecerán relaciones sencillas entre aire, agua, suelo -seres vivos, poniéndose de manifiesto la influencia recíproca de los elementos vivos y no vivos del ambiente. La noción de *adaptación* de los seres vivos al ambiente, entendida como las características que le permiten habitar un lugar determinado, se verá ampliamente reforzada en este ciclo.

El descubrimiento de estos elementos como vitales para la subsistencia de los seres vivos, incluyendo al hombre, promoverá la idea de la necesidad de preservar su calidad. El problema de la contaminación ambiental derivado del importante aumento poblacional y el impacto tecnológico, acuciante en la ciudad de Buenos Aires, necesita de una toma de conciencia a temprana edad, así como la participación activa en la erradicación del mismo acorde con la edad de cada miembro de la comunidad.

3.1.4. 3er. Ciclo

Establecidas algunas relaciones sencillas, en el 3er. ciclo, nos adentramos en el funcionamiento del ecosistema a través del camino seguido por la materia y energía.

Comenzaremos por la observación y análisis de ecosistemas terrestres a fin de establecer comparaciones con ecosistemas acuáticos cercanos (laguna artificial o natural, charca, costa del río, etc.) o lejano (costa del mar, profundidades marinas, etc.).

Proponemos luego continuar por la captura de materia y energía por los consumidores ya que las funciones de nutrición en éstos son más evidentes para los niños que en los productores (recordemos que el hombre es un consumidor). Se recomienda especialmente no perder la visión de totalidad de estas funciones (digestión, circulación, respiración, excreción), así como no olvidar la íntima relación entre funciones y estructuras. Al considerar la captura del alimento por los consumidores podrán tenerse en cuenta los distintos comportamientos que se ponen en juego, así como la variedad de desplazamientos (natación, reptación, marcha, vuelo, etc.). Aquí el maestro encontrará una serie de modelos que el hombre ha imitado para sus traslados a corta o larga distancia (barcos, submarinos, aviones, etc.) cuyas semejanzas y diferencias podrán analizarse, así como una fuente importante de problemas relacionados con las fuerzas, peso, equilibrio, rozamiento, etc.

Verificar que los animales dependen directa o indirectamente de los vegetales en su alimentación llevará, naturalmente, al planteo de la "alimentación" de los mismos. El niño descubrirá que el almidón es un producto originado por la propia planta (productores) y que su producción depende de la luz. Abordar el intercambio de gases propio de la función fotosintética supone para el niño la dificultad de comprender las transformaciones que dan lugar a la liberación de oxígeno y al consumo de dióxido de carbono. La descripción de dichas formaciones son sumamente difíciles de comprender en esta etapa de evolución de los niños, por lo que su tratamiento debería postergarse. Sólo resaltaremos el papel que las plantas cumplen en la oxigenación de la atmósfera.

Comprobar la acción de los descomponedores sobre las sustancias orgánicas permitirá cerrar el camino seguido por la materia y energía a través de las cadenas alimentarias. Se valorará, entonces, la importancia que la presencia de todos los seres vivos tiene en el mundo natural; todos son necesarios, pues cumplen un papel primordial en el equilibrio natural. Se pondrá en evidencia la dependencia de los seres vivos de la energía lumínica (las transformaciones energéticas a este nivel son una realidad distante para el niño de 11 años, por lo que su tratamiento se abordará o no según necesidades e intereses del grupo-clase).

Sera este el momento de preguntarse acerca de otras formas de energía: (eléctrica, eólica, hidráulica, atómica, etc.), su origen, utilización, así como la influencia que esta última ha tenido en las transformaciones experimentadas por el mundo contemporáneo. No olvidaremos promover la reflexión acerca del uso racional de las fuentes energéticas.

Las funciones de relación de los seres vivos se abordarán desde la óptica del comportamiento o respuestas que aquéllos elaboran frente a los estímulos del ambiente. Algunos de estos estímulos como la luz y el sonido se analizarán, no olvidando las múltiples derivaciones que este tema tiene en el campo tecnológico (la luz y la producción de imágenes, la luz y las lentes, fuentes productoras y receptoras de sonido, etc.).

Completando este panorama, se abordará la reproducción como mecanismo que permite la continuidad de la vida, en el ecosistema, poniendo especial énfasis en la reproducción de la especie humana, teniendo presente la preocupación especial que púberes y pre-púberes manifiestan por este tema y que la escuela no debe soslayar, con el objeto de erradicar conocimientos erróneos sobre el mismo.

Por su implicancia personal y social, la salud será un tema de especial relevancia. El énfasis deberá estar puesto en la toma de conciencia de:

- 1) La salud como valor a preservar;
- 2) La salud como derecho individual y como responsabilidad social;
- 3) La salud como estado de equilibrio entre el hombre y el ambiente (físico, químico, biológico y socio-cultural).

CIENCIAS NATURALES - Segundo Ciclo - Contenidos¹

	Cuarto grado	Quinto grado
Relaciones entre los elementos del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente terrestre <ul style="list-style-type: none"> — Factores bióticos y abióticos. • Relaciones entre el suelo y los seres vivos <ul style="list-style-type: none"> — Composición del suelo. — Minerales. — Propiedades del suelo. — Relación suelo-vegetal: suelo apto para cultivos. — Relación suelo-animal: locomoción (adaptaciones). • Relaciones entre el aire y los seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> — Existencia del aire como cuerpo material. — Algunas propiedades del aire. — El viento. — Relación aire/vegetal: dispersión de frutos y/o semillas (adaptaciones). — Relación aire/animal: dispersión de crías, el vuelo (adaptaciones). • Relaciones entre el agua y los seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> — El agua: componente de los seres vivos. — Estados — Ciclos del agua en la Naturaleza <ul style="list-style-type: none"> — Las precipitaciones. — Relación agua-vegetal: influencia en el desarrollo de semillas y/o plantas. — Relación agua-animal: influencia de la humedad en el comportamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones entre el suelo y los seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> — Relación vegetal-suelo: prevención de la erosión. — Relación animal-suelo: beneficios, perjuicios. — Relación microorganismos-suelo. La descomposición. — Relación actividad del hombre-contaminación. — Relación preservación-calidad de vida. • Relaciones entre el aire y los seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> — Relación aire-combustión. — Los combustibles. — Relación aire-respiración (hombre, animales y plantas) <ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones a la captura de oxígeno. — Relación temperatura del aire-seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> • Adaptaciones a temperaturas extremas y/o cambios de temperatura. • El hombre frente a las temperaturas extremas. — Relación actividad del hombre-contaminación. — Relación preservación-calidad de vida. • Relaciones entre el agua y los seres vivos. <ul style="list-style-type: none"> — Relación agua-vegetal: absorción, conducción y transporte en vegetales. — Relación agua-animal: ingestión, mecanismos de eliminación — Relación seres vivos. Ciclo del agua. — Adaptaciones de los seres vivos a la escasez del agua. — Relación actividad del hombre-contaminación. — Relación preservación-calidad de vida.

(1) Léase capítulo "Integración de áreas".

EN LA REGION ORIENTAL

LENGUA	CIENCIAS SOCIALES		CIENCIAS NATURALES	MATEMATICA
	HISTORIA	GEOGRAFIA		
<p><i>Lectura, comprensión y producción oral y escrita.</i></p> <p>Lectura: en voz alta y silenciosa.</p> <p>Comprensión: en todos los niveles.</p> <p>Producción: variedades del hablar. Lengua formal, informal y grupal. Adecuación al contexto. Selección de información. Diálogo. Narración. Guía. Resumen. Consigna. Opinión. Carta.</p> <p>Textos: Información científica y periodística. Otros códigos. La imagen. Apelaciones publicitarias. Cuentos-Teatro-Poesía. Organización de los discursos. Organización del tiempo. Redes de palabras y campos conceptuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La época de las guerras civiles: enfoques según aspectos propuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Región oriental descripción de la región según criterios dados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos vivos y no vivos del ecosistema • Relaciones • Adaptaciones de algunos animales y vegetales de algunos ecosistemas que integran la región. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación de situaciones relacionadas con los temas del eje. • Orientación espacial según los puntos cardinales. Perpendicularidad de las direcciones N-S y E-O. • Comparación global de distancias en croquis o mapas entre Bs. As. y otras localidades. • Duración de la época y/o simultaneidad de algunos sucesos por comparación de fechas.

EDUCACION ARTESANAL Y TECNICA	EDUCACION MUSICAL	EDUCACION PLASTICA	EDUCACION FISICA
<p>Algunas artesanías características de la Región Oriental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Particularidades sonoras del entorno. • Instrumentos indígenas. • Romances y viejas canciones. • Canciones y danzas típicas de la región. 	<p>Representación plástica de objetos y situaciones aportados por los ejes y seleccionados por el niño según la significación que les atribuya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Juegos de los primitivos habitantes. Representación espacial. Danzas típicas de la región.

I. VIDA COTIDIANA EN LA EPOCA DE LA ORGANIZACION CONSTITUCIONAL

LENGUA	CIENCIAS SOCIALES		CIENCIAS NATURALES	MATEMATICA
	HISTORIA	GEOGRAFIA		
<p><i>Lectura, comprensión y producción oral y escrita.</i></p> <p>Lectura: en voz alta y silenciosa.</p> <p>Comprensión: en todos los niveles.</p> <p>Producción: Variedades del hablar. Intercambio y conversión. La opinión: pros y contras. Técnicas de producción de mensajes narrativos, informativos y documentos. La ficha. Análisis de la noticia. Carta.</p> <p>Textos: La información periodística. La información científica. Cuento-Teatro-Poesía. Otros códigos. Imagen fotográfica. Apelaciones de los medios. Organización de los discursos. Organización del tiempo. Redes de palabras y campos conceptuales.</p>	<p>Organización constitucional argentina Expansión territorial. Frontera interna. La inmigración.</p>	<p>Descripción general de las regiones que se integran al país en esa época: región Sur y región Norte-Central</p> <p>Fisonomía de la ciudad de Buenos Aires en la época del Centenario.</p>	<p>— Preservación de la región de la contaminación ambiental.</p> <p>— Suelo de la región: erosión. Prevención.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación de situaciones relacionadas con los temas del eje. • Comparación global de distancias en croquis o mapas entre Buenos Aires y otras localidades relacionadas con el eje. • Duración de una época y/o simultaneidad de algunos sucesos por comparación de fechas. • Los censos de población.

EDUCACION ARTESANAL Y TECNICA
<p>— Cortado y recortado con trincheta para lograr escenas relacionadas con los temas del eje.</p> <p>— Instrumentos indígenas.</p>

EDUCACION MUSICAL
<p>La influencia inmigratoria, canciones, danzas e instrumentos. Música de Buenos Aires.</p>

EDUCACION PLASTICA
<p>Representación plástica de objetos y situaciones aportados por los ejes y seleccionados por el niño según la significación que les atribuya.</p>

EDUCACION FISICA
<p>Los aportes de la inmigración en la recreación y los deportes.</p>

Actividad de aprendizaje N° 1

- * Trate de llegar a una conceptualización de "Ciencias Naturales" a partir de las características fundamentales de la Ciencia.

- * Reflexione en torno al valor educativo de las Ciencias Naturales en el nivel primario.

- * Discuta, luego, en el grupo sus conclusiones y confróntelas con lo sustentado en el documento.

Actividad de aprendizaje N° 2

* Analice los diseños curriculares de los Anexos N° 1, 2 y 3 y //

trate de:

- señalar los criterios predominantes de selección y/ organización de los contenidos subyacentes en cada/ uno de ellos.

- explicar cada uno de los criterios detectados y dar ejemplos extraídos de los currículos analizados.

Actividad de aprendizaje N° 3

- * Analice el área de Ciencias Naturales en un currículum vigente/ en su zona ajustándose a las consignas de la Actividad de aprendizaje N° 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Kourganoff, V., "La investigación científica", EUDEBA, 1963.
- (2) Elstgeest, J., "La enseñanza de las ciencias mediante la resolución de / problemas", Rev. Perspectivas, VIII, Nº 1, UNESCO, 1978.
- (3) Coll, C., "La conducta experimental en el niño", CEAC, 1978.
- (4) Host, en "Propuesta Curricular, Ciclo Superior, Ministerio de Educación y Ciencia, España, 1968, pág. 28.
- (5) Giordan, A., "La enseñanza de las ciencias", Pablo del Río Ed., Madrid, / 1982.
- (6) Hall, W., "La enseñanza integrada de las ciencias", Rev. Perspectivas, // VIII, Nº 1, UNESCO, 1978.
- (7) Karplus, R., "La enseñanza de las ciencias a los alumnos jóvenes", Rev. / Perspectivas, VIII, Nº 1, UNESCO, 1978.

Carin, A. y Sund, R., "La enseñanza de la ciencia moderna", Ed. Guadalupe, Buenos Aires, 1982.

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

George, K.D. & col., "Las Ciencias Naturales en la Educación básica. Fundamentos y métodos", Santillana, Madrid, 1977.

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

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 Prof. Celia Méndez de D'Alessio
Redactaron y organizaron las activi-
dades del presente documento las
licenciadas:
Lamboglia, Susana (Pedagoga)
Pires, Mateus, Susana (Socióloga)