

# *El método científico y la educación ambiental como ejes de integración de disciplinas: Un proyecto de investigación didáctica*

C.P. de Aranega(\*)

A.L. de Longhi(\*\*)



## RESUMEN

*En este proyecto de investigación didáctica se analiza una propuesta de integración de disciplinas mediante un eje metodológico-conceptual referido al método científico a través de la educación ambiental. Se presentan los fundamentos teóricos (epistemológicos, didácticos, curriculares y psicológicos), el diseño de la experiencia, su prueba a lo largo de cinco años, su evaluación y las conclusiones obtenidas.*

## 1. Antecedentes y características del proyecto

A fines de la década del 70 y como consecuencia de sugerencias de la UNESCO (Haggis y Adey, 1979) se inició en varios países un movimiento tendiente a integrar disciplinas científicas en el sistema educativo formal.

En Argentina comenzaron diferentes proyectos en esta línea, los cuales lamen-

tablemente carecieron de continuidad.

En la Provincia de Córdoba en 1979 se creó un Bachillerato (Escuela Francisco Pablo de Mauro) cuyo propósito era el trabajo en áreas de conocimiento, incluyendo innovaciones curriculares como la introducción de contenidos de física y de química desde el Primer Año. Las materias del área de Ciencias consistían en matemáticas, biología y elementos de física y química.

(\*) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.  
Avda. Vélez Sarsfield 299. Fax Nro. 07-54-51-244092 ó 694724.  
5000. Córdoba. República Argentina.

(\*\*) Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física.  
Avda. Rogelio Martínez y Valparaíso. (Ciudad Universitaria).  
5016. Córdoba. República Argentina.



El *Proyecto* motivo de este trabajo se inició en dicha escuela en 1981 como un curso que combinaba las dos últimas asignaturas. Este fue desarrollado, implementado y evaluado en la citada escuela entre 1981 y 1985 con alumnos de entre 12 y 14 años.

Durante el período de prueba, la propuesta de *combinación* fue reemplazada, paulatinamente, por un *Proyecto de integración* de disciplinas (Aranega y otros, 1985) tomando como eje el *método científico a través de la educación ambiental* (Thier, 1975).

El *Proyecto* finalizó en 1986. La última fase del mismo consistió en la elaboración y publicación de un *Texto* para el alumno y una *Guía* para el docente (De Longhi y Aranega, 1990) producto del reajuste anual de los materiales del *Curso*, y que está destinado al Ciclo Superior del Nivel Primario o al Ciclo Superior del Nivel Medio de Enseñanza.

## 2. Fundamentos del proyecto

### 2.1. Epistemológicos.

Toda ciencia es, por sí, un *producto*: conjunto coherente y sistemático de conocimientos en permanente cambio, los que - por un lado- se desarrollan diversificándose y -por otro- se interrelacionan y unifican.

El desarrollo de los *productos* del conocimiento científico ha conducido -a lo largo de la historia- a la progresiva diferenciación de las ciencias (la física, la química y la biología, por ejemplo, entre las llamadas ciencias naturales), y al posterior surgimiento de ramas de especialización dentro de las mismas (óptica, mecánica, electricidad; química orgánica, inorgánica; botánica y zoología, etc.). Pero y simultáneamente, aparecieron nuevas disciplinas, producto de intersecciones entre ellas (así

nacieron la fisicoquímica, la química biológica, la biofísica, etc.). Además surgieron áreas que -por su complejidad- son de por sí interdisciplinarias, no pudiendo por lo tanto considerarse propiedad de ninguna ciencia o conjunto de ciencias particulares. Tal es el caso de las ciencias ambientales y la biogenética.

Además de *producto*, toda ciencia es un proceso permanente de investigación de problemas. Este *proceso* o método incluye un conjunto de procedimientos y técnicas, algunos de los cuales son específicos de una ciencia o de varias. No obstante esta especificidad y el hecho de que el significado de método no tenga una acepción unívoca (Feyerabend, 1979), existe un proceder común llamado método general de la ciencia (Bunge, 1980), el cual se relaciona con la forma en que se abordan y tratan de modo científico problemas relativos a cualquier área de conocimiento (Gil Pérez y otros, 1988).

El *ambiente* es un objeto interdisciplinar y fáctico y su estudio puede abordarse desde distintas áreas científicas: naturales o sociales (Rais, 1982). En nuestro caso se hizo a través de la biología, la física y la química, aunque se introdujeron -cuando fue necesario- conceptos de geografía, historia, estadística. Para estudiar e investigar sus problemas se emplearon procedimientos y técnicas de distintas disciplinas, que poseen un denominador común acorde a lo señalado anteriormente: se ajustan al *método general de la ciencia*.

### 2.2.- Didácticos.

Entendemos la *didáctica* como una disciplina *práctica* (Gimeno, 1988) que conjuga tres dimensiones: *teórica o descriptiva, normativa o prescriptiva e investigativa* y que tiene como propósito estudiar y ordenar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de un determinado *objeto de conocimiento* (sea éste ideal, como en

el caso de la matemática o la lógica; fáctico, como en el caso de las ciencias naturales o sociales; o tecnológico, como en las ingenierías).

Como disciplina *teórica o descriptiva* interpreta la realidad educativa como un sistema abierto constituido por diferentes componentes interrelacionados y que se encuentra en interacción dialéctica con otros sistemas sociales, históricamente contextualizados (Gimeno, 1988).

Como *normativa o prescriptiva*, orienta y regula el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia determinados objetivos.

Como *investigativa*, permite detectar, estudiar y resolver los problemas específicos de diseño y ejecución del proceso, como así también evaluar los fundamentos y las decisiones adoptadas en la planificación y desarrollo del proyecto didáctico (Gimeno Sacristán, 1980).

El proceso conjunto de enseñanza y aprendizaje es bifacético y único. En él, cada tarea escolar (Gimeno Sacristán, 1988) se aborda como un problema a ser estudiado, investigado y resuelto en forma conjunta por el docente y los alumnos, mediante el empleo de conocimientos y procesos tanto cognitivos como afectivos y sociales.

De ahí entonces que la *Guía para el docente* pretendió sólo proveerle elementos que favorecieran el diseño, el análisis y la evaluación de su propio *proyecto didáctico* como proyecto investigativo (De Longhi y Aranega, 1990) contextualizado en su realidad y compartido con su grupo clase.

### 2.3.- Curriculares

Desde el punto de vista curricular el *Proyecto* se inició como una *combinación* de disciplinas y finalizó como una *integración* curricular.

Cabe señalar que, para nosotros, la *combinación* curricular consiste en esta-

blecer algunos ejes o núcleos unificadores -generalmente conceptos o grupos conceptuales- que requieren para su estudio del enfoque de distintas disciplinas con objetivos o metodologías semejantes. La *integración* implica una relación mucho más profunda entre asignaturas. El objeto motivo de estudio constituye el eje organizador del currículo en el cual las diferentes disciplinas se desdibujan y forman parte de un área de investigación planteada en función situaciones problemáticas, generalmente de la vida diaria y cuya solución requiere de un trabajo colectivo.

Los núcleos unificadores seleccionados al comienzo del *Proyecto* fueron: el ecosistema, la materia, las transformaciones físicas y los biomas. El eje integrador con que finalizó dicho *Proyecto* fue el estudio del ambiente.

Otra innovación que vale la pena explicitar consiste en la introducción de la historia de la ciencia en el tratamiento de algunos conceptos como el del átomo.

Los fundamentos de estas dos decisiones curriculares se presentan a continuación:

- La comprensión de relaciones entre ciencias es un aspecto importante para su aprendizaje en cuanto incentiva a los alumnos, favorece el desarrollo de actitudes positivas y genera cambios conceptuales (Barandarián Piedra, 1986). Además y en el decir de Blum (1975) "La enseñanza de la Ciencia integrada puede ayudar a educar a los estudiantes para ver un campo de estudio, no solamente desde dentro, sino también desde el punto de vista de los *vínculos* entre distintas disciplinas".

- La Ciencia es un actividad que genera la comunidad para resolver sus propios problemas.

- La introducción de la historia de la ciencia, considerada hoy esencial por diversos autores (Giordan, 1985; Izquierdo, 1988; Hodson, 1985; López Rupérez,

1990; Piaget y García, 1981; Saltier y Viennot, 1985), no debe presentarse, como señala Gagliardi (1986), "...como una serie de descubrimientos simbólicos y sucesivos realizados por sabios geniales, en la cual cada uno de ellos ha aportado sucesivamente una piedra al edificio prestigioso del conocimiento actual. Es necesario hacer comprender a los alumnos las dificultades, los obstáculos de todo tipo, que fue necesario franquear, sin olvidarse, naturalmente, de los contextos que dieron un sentido a esa evolución."

#### 2.4. Psicológicos

El inicio del estudiante en la metodología de la investigación científica se hizo sobre la base de las siguientes premisas:

- El alumno sólo puede comprender la ciencia (no como *producto*, sino como *proceso*) cuando construye conocimientos empleando los métodos, procedimientos y técnicas que emplea el científico (Comín del Río, 1984; Cañal y Porlán, 1987).

- El empleo de la metodología científica como forma de aprendizaje favorece la construcción de conceptos por parte del alumno (Gil Pérez y otros, 1988) y el desarrollo del pensamiento (Aranega, 1986), ya que "...las personas usan ciertas estrategias de investigación natural a través de actividades epistemológicas y de búsqueda de conocimientos (Berlyne, 1965) que no son exclusivas de los científicos, aunque ellos las utilicen profesionalmente (sistemáticamente, podríamos decir) dotándolas de mayor elaboración y rigor" (Porlán, 1989)

- Los procesos de pensamiento no son facultades abstractas, sino que se relacionan con y dependen de una clase específica de conocimientos (Driver, 1986; Moreno Marimón, 1986; Resnick, 1983).

- Acorde con los estudios de la Escuela Piagetiana de Ginebra, entre los 12 y 13 años el alumno se encuentra en un período

de transición entre la etapa de las operaciones concretas y las operaciones formales. Estas últimas implican la capacidad de reflexionar sobre la realidad y sobre las acciones (a través de proposiciones acerca de las mismas); sobrepasar esa realidad e insertarse en lo posible; combinar todos los factores intervinientes en una situación de todas las formas factibles; formular hipótesis y comprender su grado de plausibilidad; construir conceptos que sobrepasan lo observable, y explicaciones; además elaborar teorías posibles acerca de la realidad (Piaget, 1947).

- Tomando como base la afirmación de Vigotsky (1973) "El aprendizaje engendra un área de desarrollo potencial, estimula y activa procesos internos en el marco de las interrelaciones que se convierten en adquisiciones internas", consideramos que esta área de desarrollo potencial se ve favorecida cuando, a través de la enseñanza, se introduce al alumno en la metodología de la investigación. A nuestro juicio, a través de la enseñanza, es posible estimular el desarrollo de las operaciones mentales de los alumnos y acortar los períodos de transición.

### 3. Desarrollo del proyecto

#### 3.1. Selección y organización de los contenidos del Curso.

Los contenidos se seleccionaron y organizaron tomando como base un eje *conceptual*: *El ambiente, su estructura y su dinámica* y un eje *metodológico*: La investigación en ciencias fácticas.

El eje *conceptual* incluyó tres subejos:

1- *Visión sincrética del ambiente.*

2- *Visión analítica.*

3- *Visión integrada y dinámica del ambiente.*

El eje *metodológico* también incluyó tres subejos:

1- *Visión sincrética del proceso de investigación.*

2- *Visión analítica de dicho proceso.*

3- *Visión sintética del mismo.*

Los conceptos involucrados en los tres primeros subejos incluían los contenidos mínimos de dos asignaturas : Biología y Elementos de física y de química del Primer Año de la Escuela Experimental, los que debían desarrollarse en un ciclo lectivo de 6 horas semanales de clase (de 45 minutos cada una). Una de las autoras estaba a cargo de ambas asignaturas, razón por la cual se pudieron combinar los contenidos de las dos disciplinas en un solo Curso.

Los aspectos metodológicos no estaban considerados en los programas, pero nada impedía que se los incluyera.

Los subejos *conceptuales y metodológicos* se interrelacionaron entre sí a lo largo de todo el Curso.

La interrelación de los ejes conceptual y metodológico se basó en los siguientes criterios lógicos, psicológicos, socioculturales, didácticos y curriculares (Aranega y De Longhi, 1987):

- Como lo han demostrado las teorías cognitivas y el constructivismo, los conceptos se construyen a través de los procesos de pensamiento y el establecimiento de interrelaciones facilita la construcción de significados.

- La búsqueda de solución a problemáticas concretas de la realidad de los alumnos hace más significativo el aprendizaje; el estudio del ambiente es una buena fuente de tales problemas facilitando la integración conceptual y metodológica. (Aranega y otros, 1984 ; Cañal y Porlán, 1986; 1987).

- El proceso de aprendizaje que se sigue en la investigación y en la resolución de problemas facilita el desarrollo del pensamiento reflexivo y convergente (Aranega, 1986), creativo y riguroso (Gil

Pérez y otros, 1988); la construcción y el cambio conceptual (Gil y Carrascosa, 1985; Gil Pérez, 1986); la comprensión de la relatividad de los conceptos científicos (Gagliardi, 1986)

- El proceso de construcción conceptual, en la medida en que se basa en el pensamiento reflexivo, tiene una secuencia semejante a la que siguen los investigadores en el estudio y solución de problemas científicos (Aranega, 1986).

- La orientación de los alumnos hacia la identificación, estudio y resolución de problemas constituye una metodología didáctica adecuada para el desarrollo del pensamiento, la construcción conceptual y los procesos de comprensión, análisis y solución de problemas científicos (Aranega, 1986)

La interrelación se llevó a cabo partiendo de una comprensión general indiferenciada (*visión sincrética*) de la totalidad *conceptual y metodológica (el ambiente y el método* con que se lo estudia).

Se continuó a través de un análisis del todo, sus partes y las relaciones dinámicas entre las mismas (*visión analítica del ambiente: su estructura, sus relaciones, su dinámica: ciclos y fenómenos; visión analítica del proceso de investigación: fases y secuencia*).

A posteriori, la visión inicial (enriquecida por el proceso analítico que permite la comprensión de sus partes, con sus interrelaciones estáticas y dinámicas) se integró en una totalidad más abarcativa tanto *conceptual* como *metodológica (visión sintética del ambiente como integrador de aspectos biosocioculturales y estudio y solución de algunas problemáticas ambientales)*. Esta totalidad constituyó - a su vez - el inicio de un nuevo ciclo de procesos sucesivos (sincréticos, analíticos y sintéticos) lo que implica la continuidad dialéctica de la enseñanza y del aprendizaje.

Cada subeje (tanto *conceptual* como *metodológico*) se organizó en *núcleos*.

En el caso de los diferentes subejes, los *núcleos* fueron:

*Subeje 1:*

*a- Observación de los componentes del ambiente, sus interrelaciones y sus problemáticas.*

*b- Análisis del ambiente a través del proceso de investigación.*

*c- Investigación experimental de problemáticas de interrelación entre factores del ambiente.*

*Subeje 2:*

*a- Estudio experimental de la materia, propiedades y estados de la materia.*

*b- Estructura de la materia, análisis histórico de modelos científicos explicativos, conceptualización de modelos científicos.*

*Subeje 3:*

*a- Los ciclos de la naturaleza.*

*b- Aplicación de la metodología científica al estudio de la dinámica del ambiente.*

La Primera Parte del *Curso* consistió en el desarrollo del subeje 1; la Segunda, de los subejes 2 y 3 (Ver *Diagrama Didáctico* del Anexo I).

### *3.2.- Selección y organización de las actividades del Curso.*

Acorde a lo señalado anteriormente, las actividades se seleccionaron y organizaron tomando como referencia aquellas que realiza el investigador científico, teniendo especial cuidado en no caer en un inductivismo científico. (Hempel, 1976; Giordán, 1978; Hodson, 1985; Gil Pérez, 1986)

Es decir, se plantearon actividades que permitiesen al alumno observar objetos y fenómenos utilizando todos los sentidos y ayudándose con la manipulación: clasificarlos, ordenarlos y medirlos. Estas actividades pretendían una diferenciación entre

observación e inferencia permitiéndole analizar el problema y - a partir de ello - realizar un proceso sintético de reformulación del mismo para intentar una respuesta o solución. Se diseñaron actividades para que el alumno comprendiese el sentido de las hipótesis exploratorias (con sus idas y venidas de las hipótesis a los hechos y viceversa; con la necesaria búsqueda de información y pruebas; ordenamiento y organización de las mismas).

También se plantearon actividades de selección de hipótesis alternativas (con eliminación de algunas y mantenimiento de las que, a juicio del alumno, resultasen más razonables). Se desarrollaron actividades de validación de esas hipótesis, empleando procesos de razonamiento y de confrontación con la realidad (mediante la obtención y evaluación de nuevos hechos y datos). Las de interpretación de datos tuvieron como propósito que obtuviesen algunas conclusiones acerca de las hipótesis formuladas, y que diesen respuesta al problema planteado. Para comprender, así, que el proceso de verificación de hipótesis es relativo y temporario, en cuanto las conclusiones deben ser posteriormente sometidas a un nuevo proceso de verificación.

En el caso específico de la verificación experimental de hipótesis se plantearon actividades iniciales de análisis cualitativos del problema (Gilbert, 1980; Caillot y Dumas-Carré, 1987; Gil Pérez y otros, 1988) tendientes a comprender el significado de las variables; actividades posteriores cuyo propósito era la comprensión de la necesidad de establecer indicadores y otras que incluyeron diseño experimental. A través del registro, ordenamiento e interpretación de datos se pretendió que realizasen análisis cuantitativos posteriores - considerando el error experimental- y las limitaciones de las conclusiones y que entendieran el por qué en las ciencias fácti-

cas la corroboración de una hipótesis implica, en el fondo, un mayor o menor grado de probabilidad de que la misma sea verdadera.

Se completó el ciclo de actividades con la interpretación del significado de modelo científico, haciendo el análisis de su empleo - en el caso del átomo- a lo largo de la historia.

Las actividades se organizaron en *Guías de aprendizaje*, acorde al paradigma didáctico de "investigación o descubrimiento dirigido o guiado" (Gil Pérez, 1983). Las *Guías* constituyeron la estrategia o recurso didáctico elegido para implementar dicho paradigma. Incluían tareas individuales y grupales (en pequeños grupos y con todos los alumnos) ; aulicas, de laboratorio, de campo y para el hogar.

El propósito de las *Guías* fue - coincidiendo con las palabras de Driver (1986) "...desarrollar en los alumnos i) Una comprensión que integre el conocimiento físico y el teórico. ii) El interés por plantear cuestiones y la confianza para aplicar conocimientos a situaciones novedosas. iii) La voluntad de someter a análisis y valorar el propio pensamiento en vez de apoyarse en autoridades externas. iv) La toma de conciencia de los principios que orientan el propio pensamiento y de que éstos pueden precisar cambios; y al propio tiempo saber apreciar que otra gente puede tener diferentes principios. v) Imaginación y voluntad de experimentación, apertura a las nuevas concepciones, a las ideas de otra gente y al propio crecimiento personal."

### 3.3. Selección y organización de procedimientos de evaluación de los aprendizajes de los alumnos que participaron del Curso.

Se llevaron a cabo evaluaciones de diferente tipo: *inicial*, *permanente* y *parcial* de los aprendizajes de los alumnos.

La evaluación *inicial* fue diagnóstica y su propósito era reajustar los materiales iniciales del *Curso* (primeras *Guías*). Durante 1981 y 1982 consistió en una prueba no estructurada destinada a evaluar sólo conocimientos previos. A partir de 1983 se empleó una prueba semi-estructurada de 18 ítems : 7 de ellos referidos a conceptos (ambiente, recurso natural, cadenas alimenticias, salud, átomo y estados de la materia) y el resto, destinados a evaluar el nivel de determinados procesos cognitivos (Piaget, 1961): observación, clasificación, ordenamiento de objetos en el espacio, ordenamiento de pesos, síntesis, medición, relación causa-efecto, diferenciación entre observaciones e inferencias, selección de criterios, detección de problemas, como también identificación de actitudes ambientales).

La evaluación *permanente* se llevó a cabo empleando diferentes procedimientos. La respuesta a las actividades tanto individuales como grupales propuestas en las *Guías* se realizó empleando listas de cotejo y escalas de calificación. En el área cognitiva se evaluaron las siguientes dimensiones: capacidad de análisis, de síntesis, construcción conceptual, participación en la construcción grupal del conocimiento, aportes personales y ajuste a la secuencia de las actividades propuestas. Cuando la actividad grupal requería la presentación de un informe de un trabajo de investigación se evaluó el desarrollo de la investigación, la presentación del informe y la defensa del trabajo.

En el área afectivo - social, los siguientes aspectos actitudinales relativos al trabajo cooperativo : colaboración, respeto hacia el trabajo y hacia el aporte de los demás y responsabilidad.

Al finalizar cada unidad se llevó a cabo una evaluación *parcial* de los alumnos (en forma individual y a veces grupal) empleando para ello pruebas orales y escritas

(estas últimas fueron estructuradas, semi-estructuradas y no estructuradas).

La última evaluación *parcial* estuvo destinada a analizar la integración conceptual y metodológica del aprendizaje de los alumnos. Se evaluó a través del desempeño de éstos en dos trabajos de campo, en un estudio monográfico (en el cual el tema era elegido por los propios alumnos) y en la elaboración de diagramas conceptuales acerca de los contenidos de las asignaturas combinadas (Gowin y Novak, 1988).

La nota final de los alumnos fue un promedio de las obtenidas en las evaluaciones *permanentes* (nota de concepto) y de la media de las evaluaciones *parciales*.

#### 4. Evaluación del proyecto

##### 4.1.- Procedimientos y resultados

El *Proyecto* se evaluó en forma *permanente* durante la implementación del *Curso en la práctica* a lo largo de los cinco años (1981 a 1985). Al terminar cada ciclo lectivo se realizó -además- una evaluación *final y global* teniendo en cuenta: los fundamentos teóricos de los que se partió, los procesos de planificación y ejecución del *Curso* y los resultados o productos obtenidos como consecuencia de su aplicación. A partir de los dos tipos de evaluación, *permanente y final* se llevaron a cabo sucesivos reajustes. Los *Textos* desarrollados (ver punto 2) constituyen la fase final del *Proyecto* y son el resultado de la última evaluación del *Curso*.

Cada uno de los reajustes implicaba una revisión anual de:

- La metodología didáctica general diseñada e implementada.
- La planificación (selección y organización) de los contenidos (diagramas conceptuales, metodológicos y didácticos) (Aranega y De Longhi, 1987) incluidos en cada *Guía* y en todo el *Curso*.

- Las actividades propuestas (su elección y secuencia) y a través de las cuales se pretendía que los alumnos construyeran los aspectos semánticos (*conceptuales*) y sintácticos (*metodológicos*) del *Curso*.

- Los procedimientos e instrumentos empleados para evaluar en forma inicial, permanente y parcial los aprendizajes de los alumnos.

Esta *evaluación del Proyecto* se llevó a cabo utilizando los siguientes procedimientos *cualitativos*:

- a- Observación y análisis de los procesos aúlicos por parte del propio docente (autora a su vez del *Proyecto*) y discusión posterior semanal con la otra autora.

- b- Consultas a expertos en contenidos: físicos, químicos y biólogos (utilizando para ello entrevistas).

- c- Consultas a los otros docentes del área y de la escuela (a través de reuniones semanales).

- d- Respuestas dadas por los alumnos a las actividades propuestas en cada *Guía*.

- e- Análisis de los diagramas conceptuales elaborados por los propios alumnos al finalizar el *Curso* (Ver punto 3.3.).

Los procedimientos *cuantitativos* empleados consistieron en:

- a- El análisis de las respuestas dadas por todos los alumnos a las *Guías*. El empleo de listas de cotejo y escalas de calificación permitió obtener para cada una de las actividades un puntaje, resultado de la medida de tendencia central de los obtenidos por todo el grupo.

- b- El resultado de las evaluaciones (*permanentes y parciales*) de los aprendizajes de los alumnos (obtenidos acorde a los procedimientos explicitados en el punto 3.3.-) .Cabe aclarar que durante los años en que se probó el *Proyecto* la aprobación de las asignaturas era de 7; quienes obtenían entre 4 y 7 rendían su examen en diciembre, los de menos de 4, en marzo. Los resultados obtenidos en los dife-



rentes años se presentan en la *Tabla. 1*. Como puede verse, el porcentaje de alumnos que rindieron en marzo sólo existió en el primer año de prueba. El de alumnos que rindieron en diciembre disminuyó con los sucesivos reajustes del Curso. Simultáneamente aumentó el porcentaje de alumnos que obtuvieron notas mayores que 7 y en relación directamente proporcional a la escala 8 a 10.

Los resultados obtenidos a través de los procedimientos cualitativos y cuantitativos arriba explicitados condujeron a una revisión anual de todos los materiales, a una reconsideración de los fundamentos del *Proyecto* y a una paulatina transformación epistemológica y curricular del mismo.

Así se tuvieron -por un lado- cinco versiones diferentes de las *Guías*. Por otro, se pasó de un *Proyecto de combinación* de contenidos a un *Proyecto de integración conceptual y metodológica* (Ver puntos 2 y 3.1.) siguiendo la secuencia allí señalada (iniciación del proceso a través de una fase sincrética, continuación de la fase de análisis y finalización con una síntesis integradora, comienzo -a su vez- de un nuevo proceso).

#### 4.2. Conclusiones.

En base a los resultados del proyecto podemos concluir que:

- En la Escuela Primaria, especialmente en su fase final y en la Escuela Media, en la etapa inicial (es decir, con alumnos de entre 12 y 14 años) es factible organizar el currículo en áreas de conocimiento.

- A partir de la *combinación* de dos o más disciplinas se puede abordar un *Proyecto de integración* de áreas de conocimiento.

- La *combinación* de disciplinas como fase inicial de un *Proyecto* facilita etapas

posteriores de *integración* paulatina. Un período de cinco años resultó suficiente para realizar los reajustes sucesivos que condujeron de la propuesta de *combinación* al *Proyecto de integración* final.

- Un *proyecto didáctico* de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias (como de cualquier otra área de conocimiento o expresión) debe partir de fundamentos teóricos a la luz de los cuales se realicen las etapas posteriores de diseño, ejecución y evaluación del mismo. La investigación del proyecto durante la práctica conduce a una revisión de dichos fundamentos. En este trabajo, los fundamentos establecidos favorecieron el desarrollo y la evaluación del proyecto (su diseño, concreción e investigación, los reajustes permanentes y finales). A su vez, la evaluación del proyecto permitió la permanente revisión de los fundamentos que le sirvieron de sustento y orientación.

- La selección y organización de los distintos elementos del proceso de enseñanza de las Ciencias debe hacerse a la luz de distintos *fundamentos*. La concepción de qué es la Ciencia y en qué consiste su aprendizaje son esenciales para el desarrollo de un *proyecto didáctico*. En este trabajo se partió de una consideración social y relativista de la Ciencia (como producto y como proceso). En cuanto al aprendizaje, se lo concibió como un proceso dialéctico y dinámico (que tiene fases de síncretis, de análisis y de síntesis integradoras) en cuya construcción resulta importante el intercambio grupal. Estas consideraciones nos condujeron a buscar las semejanzas entre la construcción científica y la construcción escolar del conocimiento. Ambas concepciones permitieron adoptar una metodología general, seleccionar y secuenciar contenidos y actividades.

- El establecimiento de *ejes* (conceptuales y metodológicos) permite -por un lado- atender los aspectos conceptuales y proce-

suales del área o áreas de conocimiento y - por otro- el diseño interrelacionado de contenidos (semánticos, sintácticos y de éstos entre sí). La elección del *ambiente* como eje conceptual y la del *método científico* como metodológico, resultó una selección adecuada para el logro de tales interrelaciones.

- La secuencia de actividades considerando las *fases del método general* de la Ciencia (no como algo rígido y estático, sino como un proceso flexible y dinámico de investigación de situaciones problemáticas) resulta apropiada para el aprendizaje de las Ciencias. La selección y organización de las actividades permitió a los alumnos la construcción de los conceptos y de los procesos establecidos.

- La evaluación de los aprendizajes individuales y grupales es un proceso complejo y continuo que requiere amplitud y flexibilidad de procedimientos e instrumentos cuantitativos y cualitativos. A lo largo de los 5 años de prueba se debieron revisar y desarrollar nuevas técnicas adecuándolas a los cambios curriculares y al grupo de alumnos.

- La enseñanza es un proceso de estudio y resolución de problemas en la que

el docente debe ser un *investigador* (Stenhouse, 1981; Elliot, 1989). En una fase preactiva (Jackson, 1968) diseña su práctica a la luz de sus marcos teóricos (explícitos o implícitos). Pero este diseño o planificación es sólo un elemento regulador. El plan debe resultar lo suficientemente flexible como para poder adaptarse y modificarse en la fase interactiva en función de la realidad compleja, sistémica y problemática (Cañal y Porlán, 1988) en la que que esta práctica se ejerce. Es la práctica -a su vez- la que ilumina la teoría. Todo ello implica la necesidad de investigar y reflexionar *en y sobre* la práctica (Gimeno, 1983 y 1988; Schon, 1983; Porlán, 1989). Este *Proyecto* se enmarcó en la concepción del *docente* como investigador. Los resultados obtenidos fueron producto de un proceso dialéctico teoría - práctica que duró varios años. La *Guía para el Docente* pretende orientar a otros profesores a adoptar una actitud similar durante el complejo proceso de innovar investigando (o de investigar innovando) en el contexto aulico real *desde* el cual y *para* el cual desarrolla su praxis.

NOTAS	1981	1982	1983	1984	1985
0 - 4.00	8	-	-	-	-
4.05 - 5.00	-	8	-	-	-
5.05 - 6.00	5	4	-	-	-
6.05 - 7.00	17	5	-	3	-
7.05 - 8.00	33	52	58	33	30
8.05 - 9.00	37	13	30	50	52
9.05 - 10.00	-	18	12	14	18
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 1. Porcentaje de las notas finales obtenidas por los alumnos durante los años 1981, 1982, 1983, 1984 y 1985.

## REFERENCIAS

- ARANEGA, C. P. de; BARMAT, M. L. R. de; DE LONGHI, A. L. (1985). Coordinación, combinación e integración de disciplinas en el nivel medio de enseñanza. *Trabajos de Educación en Ciencias*. Fac. de Matemáticas, Astronomía y Física (FAMAF). Universidad Nacional de Córdoba. (U.N.C.). 1-33.
- ARANEGA, C. P. de. (1986) La utilización de la técnica de resolución de problemas por parte de un docente de Ciencias, es una decisión adecuada?. *Trabajos de Educación en Ciencias*. 2; 1-28.
- ARANEGA, C. P. de y DE LONGHI, A. L. (1987). Selección y organización de contenidos en la enseñanza - aprendizaje de la ciencia y la tecnología. *Trabajos de Educación en Ciencias*. 3; 1-36.
- BARANDARIAN PIEDRA, J. (1988). El modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la reforma de las enseñanzas medias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (2); 167- 178.
- BLUM, A. (1975). Hacia una fundamentación de la enseñanza de la ciencia integrada. *Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias*. Tomo II, Cap. II. Montevideo. UNESCO.
- BUNGE, M. (1980). *La investigación científica*. Barcelona. Ariel.
- CAILLOT, M.; DUMAS-CARRE, A. (1987). PROPHY. Un enseignement d'une méthodologie de résolution de problèmes de Physique, dans résolutions de problèmes en mathématiques et en Physique. *Rapport de recherches*. (12); 199-244, París: INPR Editors.
- CAÑAL, P. y PORLAN, R. (1987). Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las Ciencias*. 5(2); 89-96.
- CAÑAL P. y PORLAN, R. (1988). Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*. 6(1); 54-64.
- COMIN DEL RIO, P. (1984). Un intento de hacer ciencia para enseñar ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 2(2); 117-120.
- DE LONGHI, A. L. y ARANEGA, C. P. de (1990). *Una introducción al método científico a través de la educación ambiental*. Cuadernillo para el alumno. Cuadernillo para el docente. Universidad Nacional de Córdoba.
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas alternativos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. 4 (1); 3-15.
- ELLIOT, J. (1989). *Investigación-acción en la escuela*. Madrid. Morata.
- FAYERABEND, P.K. (1979). *Contre la méthode, esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*. Paris. Seuil.
- GAGLIARDI, R. GIORDAN, A. (1986) La historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 4(3);253-258.
- GAGLIARDI, R. (1986) Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 4(1); 30-35.
- GIL PEREZ, D. (1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 1 (1); 26-33.
- GIL PEREZ, D.; CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*. 7(3) ; 231-236.
- GIL PEREZ, D. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias* 4(2); 111- 121.
- GIL PEREZ, D; Martínez Torregrosa, J y Senent Pérez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*.6(2);131-146.
- GIL PEREZ, D.; DUMAS-CARRE, A.; CAILLOT, M.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; RAMIREZ CASTRO, L. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela* 16; 3-19.
- GILBERT, J. L. (1980). How do I get the answer. *Journal of Chemical Education*. 57; 231-236.
- GIMENO SACRISTAN, J. (1980) La integración de la teoría del aprendizaje en la teoría y la práctica de la enseñanza. En Pérez Gómez, A. y Almaraz, J. *Lecturas de aprendizaje y enseñanza*. Madrid. Zero; 465-499.
- GIMENO SACRISTAN, J. (1988). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid. Morata.
- GIORDAN, A. (1978). Observación - experimentation: Mais comment les élèves apprennent ils?. *Revue Française de Pédagogie*. 44, 66-73.
- GIORDAN, J. L. (1985) Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. 3 (1); 11-17.

- GOWIN, B.D. y NOVAK, J. D. (1988). Los mapas conceptuales como instrumentos de evaluación. En *Aprendiendo a aprender*. Barcelona. Martínez Roca.
- HAGGIS, S.; ADEY, P. (1979) A review of integrated science education worldwide. *Studies in Science Education*. 6 ; 69-89.
- HEMPEL, C.G. (1966). *Philosophy of natural sciences*. N.J.: Prentice Hall.
- HODSON, D. (1985). *Philosophy of science, science and science education*. *Studies in Science Education*. 12; 25-57.
- IZQUIERDO, M. (1988). La contribución de la teoría del flogise a l'estructuració actual de la ciencia química. *Enseñanza de las Ciencias* 16(1); 67-74
- JACKSON, Ph. (1968). *La vida en las aulas*. Madrid. Marova.
- LOPEZ RUPEREZ, F. (1990) Epistemología y Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 8 (1); 65-74.
- MORENO MARIMON, M. (1986). Ciencia y construcción del pensamiento. *Enseñanza de las Ciencias* 14 (1); 57-63.
- PIAGET, J. (1947) *La psychologie de l'intelligence*. París. Armand Colin. Edic. Cast: Psicología de la inteligencia. 1972. Bs.As. Psique.
- PIAGET, J. y BETH, E. W. (1961). *Relación entre la lógica formal y el pensamiento real*. Madrid. Ciencia Nueva.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. (1982). *Psychogenèse et l'histoire des sciences*. (P. U. F. París) Trad. cast.: Psicogénesis e historia de la ciencia. México. Siglo XXI.
- PORLAN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis Doctoral Inédita; pág. 51.
- RAIS, A. (1982). El medio ambiente como factor integrador en la enseñanza de las ciencias. *Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las Ciencias*. Tomo V. Montevideo. UNESCO .
- RESNICK, L. B. (1983). Mathematics and science learning: a new conception. *Science*. 220; 477-478.
- SALTIER, E.; VIENNOT, L. (1985). Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas de y el razonamiento espontáneo de los estudiantes ? *Enseñanza de las Ciencias*. 3 (2); 137-144.
- SCHÖN, A. (1983). *The reflective practitioner, how professionals think in action*. New York: Basic Books INC Publishers.
- STENHOUSE, L. (1981). *An introduction to curriculum research and development*. Heinemann Educational Book. London. Trad. cast. (1984). Investigación y desarrollo del curriculum. Madrid. Morata.
- THIER, H.D. (1975) Contenidos y enfoques de los programas de ciencia integrada en las escuelas de nivel primario y secundario. *Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las Ciencias*. Tomo II; 53-68.
- UNESCO. (1973, 1975, 1977 y 1979). *Nuevas tendencias en la Enseñanza Integrada de las Ciencias*. Tomos I, II, III y IV. Montevideo.
- VIGOTSKY, L. S. (1973). Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. En Vigotsky, L. S. y otros. *Psicología y pedagogía*. Madrid. Akal; pág. 57.

---

#### SUMMARY

*This didactic research analyses a proposal of integration of certain subjects by means of a methodological-conceptual central idea which refers to environmental education. Here the theoretical (epistemological, didactic, curricular and psychological) foundations, the design of the research, its experimentation for five years, its assessment and obtained conclusions are explained.*

#### RÉSUMÉ

*Dans ce projet de recherche didactique on analyse une proposition d'intégration des matières avec un axe méthodologique-conceptuel qui fait référence à la méthode scientifique à travers l'éducation environnementale. On présente les fondements théoriques (épistémologiques, didactiques, curriculaires et psychologiques), le dessin de l'expérience, son essai pendant cinq ans, son évaluation et les conclusions obtenues.*

### ANEXO I. DIAGRAMA DIDACTICO

