

VISIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

La interrogante de investigación de esta “Propuesta interdisciplinaria de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de orden ambiental para la educación básica¹”, es el *¿Cómo puede contribuir la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia a generar en el niño o niña de hoy, un interés genuino por el estudio y el conocimiento de la ciencia, en general, y por la conservación de los recursos naturales en lo particular?*

Consecuentemente, uno de los propósitos o metas de este trabajo es ofrecer argumentos, sobre el por qué de la necesidad e importancia, de construir y desarrollar una propuesta interdisciplinaria e institucional, para la enseñanza de las ciencias para la sostenibilidad, ligada a la teoría social y no al margen de ella: que incluya, integre y conjugue conocimientos ligados a los valores y principios humanos.

Otro propósito, es aportar ejemplos de cómo se intentó, en este contexto, iniciar y motivar a niños, niñas y jóvenes, en el estudio de las ciencias en general y de la ciencia del suelo en particular, a través de una propuesta pedagógica interdisciplinaria.

Al respecto, la mayoría de las investigaciones realizadas sobre la enseñanza de las ciencias durante la última mitad del siglo pasado y parte del actual, se centraron en torno al contenido curricular, como medio para intentar impartir una educación de calidad y abordar la educación ambiental, como vía para preservar los recursos (Gutiérrez, 1995; Mrazek, 1996; Alba, 1997; González, 1997; Perales, 2000).

En contraste, esta investigación no se fundamenta en un cambio de contenidos, ni en una acumulación de ellos, sino en intentar un cambio de ideas y percepciones, a través de un tratamiento de los conocimientos, que permita el cambio en actitudes y valores que hagan posible avanzar hacia el desarrollo sostenible. Se considera en suma, que la educación puede y debe contribuir a la formación completa del ser humano, mediante la aportación tanto de conocimientos, como de habilidades, destrezas, valores, actitudes, y creencias que se reflejen en sus formas de actuar.

1.1 Importancia y justificación de la presente investigación

Latinoamérica enfrenta actualmente muchos y graves problemas, pero de entre ellos, destacan el de la conservación de sus recursos no renovables e indispensables en la producción de alimentos, y el de lograr una producción que permita garantizar, tanto el abasto de nuestras poblaciones, como sus requerimientos nutricionales –es decir, la vida misma–; éstos últimos, si bien son igualmente una preocupación mundial, para los países Latinoamericanos constituyen una prioridad y son problema de soberanía nacional.

Ambas problemáticas: la producción de alimentos y la devastación de recursos naturales, se abordaron también durante el último medio siglo y en el ámbito educativo, igualmente a través de una educación acumuladora de conocimientos, así como mediante la introducción de una nueva área de estudio: la educación ambiental. Sin embargo, esa acumulación y especialización de saberes no logró, ni ha logrado, detener el galopante devastamiento de los recursos naturales, y tampoco generar una conciencia humana para luchar por detenerla.

¹ La educación básica en México, contempla los niveles educativos del preescolar a la secundaria.

Resolver estos dos problemas como vía para sustentar el desarrollo, no es posible sin una enseñanza y aprendizaje de la ciencia que partiendo de una visión intersistémica, y por tanto compleja del mundo, nos permita construir, tanto los conocimientos como los valores necesarios para ello; pues en la medida que los recursos naturales se degradan y pierden, los alimentos, serán insuficientes para una población creciente.

En la consecución del desarrollo deseado, el suelo es un recurso natural indispensable, del que dependen no sólo la posibilidad de contar con alimentos y agua, sino que es además imprescindible para la realización y regulación de los ciclos biogeoquímicos que permiten al planeta ser un lugar hópito. No poseer un suelo fértil que nos permita contar con alimentos y agua suficientes, es ya de inicio un grave problema, pero más graves son las situaciones sociales que su déficit engendra: pobreza, desplazamiento, inequidad, violencia e injusticia a consecuencia del hambre. Todo esto lo hace un tema ideal para una enseñanza de la ciencia compleja e integrada a la realidad social.

Revertir la tendencia de devastación que impera, implica aprender formas diferentes de usar los recursos naturales y de convivir entre seres con diferencias culturales, y en ello, la educación puede ser parte del problema si no cambiamos; pero también puede ser parte de la solución en la medida que seamos capaces de formar desde la escuela, la aptitud y habilidad para construir nuevos marcos conceptuales, éticos y culturales en los ciudadanos del futuro; aportándoles no sólo conocimientos, sino a la par, nuevas formas de convivencia y relación con la naturaleza y entre humanos, a efecto de que las siguientes generaciones también puedan disfrutar de los actuales ecosistemas: es decir, ofreciendo una educación para la sostenibilidad.

Es esta la razón, importancia y sentido de la propuesta educativa de enseñanza de la ciencia de orden ambiental que se hace.

1.2 Resumen general de la investigación

Educación y ambiente, son problemas absolutamente relacionados, pero también complejos; tanto, que no pueden ser abordados en toda su dimensión, desde las visiones y perspectivas parciales de las divisiones disciplinares de la ciencia. Se requiere por el contrario, ampliar visiones, y construir, desde el ámbito educativo pensamientos, procedimientos y acciones *inter* y *transdisciplinares* que aborden el cómo resolver la problemática ambiental, a efecto de alcanzar el *desarrollo sostenible*.

En consecuencia, se partió de considerar que la educación para la sostenibilidad no requiere de la acumulación de un conjunto de conceptos y saberes memorizados; se propone que por el contrario el reto es apropiar conocimientos universales desde perspectivas epistemológicas amplias, construir valores y principios colectivos, consolidar competencias para seleccionarlas, reorganizarlas, transformarlas y construir nuevos nexos con la práctica, adaptarlas a los contextos de actuación y que el esfuerzo del trabajo cotidiano genere valor agregado en términos formativos y de apropiación.

El crear para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación con estas características - ejemplificando con el tema suelo-, fue el problema u objeto de estudio que se abordó. En tanto que ambientalizar el saber acerca del recurso suelo, a través de un proceso metodológico continuo que hiciera posible; tanto escalar los conocimientos de los niños y niñas de lo simple a lo complejo, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual: estableciendo etapas de construcción del conocimiento,

cuyos niveles de complejidad sean cada vez mayores –en términos de relaciones- y por ende, más cercanos a una percepción de la realidad, fue la meta que se buscó lograr.

Hacer una propuesta pedagógica de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, aportar experiencias didácticas para ello, compartir la metodología seguida para intentar enseñar ciencias para el desarrollo, y proponer criterios de evaluación de los conocimientos que lograron ser apropiados, como efecto de la propuesta metodológica - de lo simple a lo complejo-, fueron los objetivos de este trabajo.

Se eligió el suelo para trabajar la propuesta, por ser elemento fundamental, y temática que permite abordar de forma sistémica la conservación del resto de los recursos naturales y sustentar la vida en el planeta. El marco general de la investigación fue el de *La Carta de la Tierra*. La posición metodológica asumida frente al objeto de estudio fue cualitativa con fines exploratorios e interpretativos; la muestra se conformó con grupos intactos a los que se aplicó preprueba y postprueba, contando además con grupos control para evaluar con fines interpretativos los cambios esperados. De forma adicional, se realizó tratamiento estadístico de datos con fines explicativos, lo que permitió entrecruzar la información cualitativa y cuantitativa para enriquecer el análisis.

En el cuerpo del presente trabajo, se sustenta y describe la propuesta metodológica interdisciplinaria que se puso en práctica. La propuesta se trabajó al interior de dos escuelas con niños de 5° y 6° de educación básica, mediante un proceso metodológico continuo que hiciera posible; tanto escalar los conocimientos de los niños *de lo simple a lo complejo*, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual: estableciendo etapas de construcción del conocimiento, cuyos niveles de complejidad fueran cada vez mayores –en términos de relaciones- y por ende, más cercanos a una percepción de la realidad sistémica de La Tierra. Para ello, se elaboró una programación lúdica y secuencial de sesiones, contenidos, actividades y experimentos, discusiones, juegos, exposiciones, eventos, etc., que ambientizaran el conocimiento del sistema suelo, interrelacionándolo al sistema ambiente con el cual guarda relaciones intersistémicas complejas; siempre integrando las diversas disciplinas en sus perspectivas social, económica, política y cultural. Las estrategias, actividades, juegos y material didáctico fueron elaboradas exprofeso.

La evaluación fue comparativa entre las respuestas de los grupos de trabajo y testigo -que corresponden a diferente apropiación de conceptos sobre el sistema suelo-, conforme a indicadores y categorías metadisciplinarias definidas para ello, y con instrumentos previamente validados. La evaluación se efectuó ocho meses después de aplicada la propuesta, a efecto de que los resultados del grupo de trabajo, correspondieran a conocimientos significativos y no a los de memoria de corto plazo. Todas las evaluaciones realizadas fueron escritas, los instrumentos de evaluación previamente validados, y su confiabilidad estimada por el método de pruebas alternas, cuyos valores de correlación fueron: $\delta = 0.928$ a $P = 0.00$ y $\delta = 0.925$ a $P = 0.00$

Se comparten los resultados, el análisis de los mismos, su interpretación y explicaciones detalladas acerca de si la forma de abordar los conocimientos, incidió o no en la consecución de los mismos, y si se detectaron indicios de cambio en los valores de los niños y niñas. Se concluye, con base a resultados, que como efecto de la propuesta: los niños que recibieron el tratamiento-propuesta, sí lograron una comprensión y apropiación de conceptos de mayor complejidad respecto al sistema suelo. Esto, comparativamente respecto a las respuestas que para los mismos temas, preguntas de la misma complejidad de conceptos, y sobre el mismo sistema suelo; ofrecieron los niños del *grupo control o testigo*. Finalmente, se comparten también una reflexión pedagógica, y las expectativas de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes

Histórica y culturalmente, la génesis prehispánica del hombre estuvo y ha estado siempre, ligada al desarrollo de la agricultura, como fuente inagotable de beneficios para los pueblos y al crecimiento del humano con respeto al equilibrio del mismo, con la naturaleza. Nuestros antepasados, recibieron una educación fundamentada en el respeto e integración del hombre a su entorno, y supieron extraer de la tierra alimentos, flores y fibras que sustentaron el desarrollo de una gran civilización, mediante el aprovechamiento de los recursos naturales de México, a la par que conservar la riqueza y belleza de lo que les fue dado.

Paradójicamente, hoy si bien se cuenta con mayores recursos, acumulación de conocimiento, técnicas y todo tipo de avances científicos, existe gran indiferencia y desconocimiento, tanto de la historia, como acerca de la situación real política, económica y social de la población en general, al igual que sobre el estado, valor, uso y destino de los recursos naturales que se poseen y, sobre la necesidad de conservarlos para la subsistencia.

La educación que se recibe, no ha sido capaz de formar ciudadanos con los conocimientos y conciencia necesarios para ello. Hasta ahora, la enorme diversidad biológica que se posee no se ha correspondido con el aprovechamiento racional de los ecosistemas, recursos naturales, especies de vida silvestre, acervos genéticos y funciones ecológicas (Vega, 1997).

Las riquezas naturales han sido desaprovechadas o sobre-explotadas, perdiéndose así tanto posibilidades de estudiarlas para lograr un mayor conocimiento científico de las mismas, como oportunidades presentes y futuras para promover procesos de desarrollo económico y social basados en su conservación y utilización sustentable.

La magnitud y los ritmos del agotamiento de los ecosistemas y recursos naturales, así como del deterioro ambiental de diferentes recursos indispensables para la supervivencia de las especies como lo son: agua, aire, suelo, flora y fauna, son tan graves; que resulta imprescindible valorar los costos ecológicos y sociales derivados de las actividades humanas en general, y en particular de aquéllas vinculadas con los circuitos de producción y consumo de bienes y servicios intermedios y finales (Vega, *op. cit.*), con el objetivo primordial no sólo de corregir, sino también, para no continuar repitiendo los mismos errores, educándonos para evitarlos y legislando para sancionarlos.

2.2 Situación actual y planteamiento inicial

En este trabajo se considera que hoy más que nunca, se requiere que la educación sea formadora de profesionistas, docentes e investigadores capaces de restaurar primero y preservar después, el equilibrio entre los seres humanos y los ecosistemas en que se habita, para garantizar así tanto el abasto de la población, como sus requerimientos nutricionales y por tanto, la subsistencia.

Al mismo tiempo, se cree necesario reflexionar sobre el hecho, a veces poco recordado, de que la ciencia que se desarrolla, debe resolver problemas concretos que representen la solución a prioridades nacionales, antes que globales; y que el lograrlo implica no sólo que éstas se conozcan y reconozcan en el marco de los contextos social, político y económico, de la realidad e idiosincrasia nacional, sino también se requiere: por un lado, de conocimientos, disciplina y creatividad, y por el

otro, de capacidad de análisis, confrontación y propuesta, lo que a su vez implica impartir y recibir una formación educativa de calidad; pues sólo en esta medida, se estará en posibilidad de hacer y desarrollar la ciencia que un país requiere y no simplemente continuar replicando, o adecuando las investigaciones que se desarrollan en otras naciones con diferentes realidades y otras necesidades.

Se está consciente de que no es posible esperar a que este interés por el conocimiento y desarrollo de las ciencias surja espontáneamente, sino que debemos poner manos a la obra y generarlo hoy mismo y desde la infancia; pues un país sin ciencia y conciencia aplicadas a la preservación de sus recursos naturales, y a la formación y conservación de una agricultura fuerte que produzca nuestros alimentos, es finalmente un país sin futuro, pues no está ni estará en posibilidad de construir su *desarrollo*.

Sin embargo, se reconoce que en franco contraste con estos planteamientos e inmerso en el nuevo milenio, México:

1. No produce actualmente alimentos básicos para la dieta nacional en cantidad suficiente para su población, menos aún para exportar e inclinar la balanza económica en su favor, y sí por el contrario, enfrenta una gran diversidad de graves problemas, pero destacan de entre todos ellos, dos íntimamente relacionados e igualmente fundamentales para su desarrollo:
 - a) La pérdida de recursos naturales, aunada a la contaminación y degradación de los existentes y,
 - b) La consecuente disminución de la producción de alimentos, en cantidad y calidad.
2. No se imparte una educación básica y media de calidad, lo cual es pública e internacionalmente reconocido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE, 2004 y 2007).
3. No se abordan en el currículum oficial educativo, no obstante su importancia social y económica, la temática ambiental en general - ni la edafológica en particular- de forma profunda, y que permita al individuo generar interés por producir sus propios alimentos, construir riqueza y sustentar el desarrollo; tampoco se integran los conocimientos en ciencias naturales al resto de conocimientos del currículum, lo que no permite que el alumno construya un conocimiento en ciencias que lo motive a profundizar en él, y que su conocimiento sea trascendente, tanto en su formación intelectual como en su vida (OCDE, 2004 y 2007).
4. La Educación ambiental no es un tema que se aborde formalmente a lo largo de toda la educación básica y media. (Planes y Programas de la SEP para la educación Básica, 2005 y 2006).

Razones todas por las que a continuación se abordan los conceptos teóricos que se consideran indispensables, con objeto de aportar una alternativa de enseñanza de la ciencia que busque contribuir en alguna medida, por un lado:

- * A la formación de esos individuos capaces de restaurar primero y preservar después, el equilibrio entre los seres humanos y los ecosistemas en que se habita –como vía de garantizar la seguridad alimentaria que posibilite el desarrollo-; y por el otro,

- * Tanto la adquisición de conocimientos, como al propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes, con la finalidad de resolverlos mediante la construcción de un pensamiento que contemple la *complejidad de la realidad del mundo en el que se pretende educar*.

2.3 Desarrollo, educación e interdisciplina: ¿Conceptos y problemas distintos y desvinculados?

2.3.1 El planeta, un sistema natural

Entender la complejidad del mundo vivo, que es el medio en el cual se intenta *educar* para construir el *desarrollo*, implica entender que éste es en sí, un *sistema*.

Un *sistema* es un conjunto integrado, real o abstracto, de componentes o partes que se interrelacionan; estas partes también se denominan módulos. Los módulos pueden ser un subsistema, dependiendo de si sus propiedades lo definen o no como tal.

Un sistema real, es una entidad material formada por partes organizadas que interactúan entre sí de manera que las propiedades del conjunto, no pueden deducirse por completo de las propiedades de las partes. Tales propiedades se denominan propiedades *emergentes*. La mente, por ejemplo, es considerada por muchos como un fenómeno emergente ya que surge de la interacción distribuida entre diversos procesos neuronales -incluyendo también algunos corporales y del entorno-, sin que pueda reducirse a ninguno de los componentes que participan en el proceso.

Los sistemas reales intercambian con su entorno energía, información, y en la mayor parte de los casos, también materia. Yendo de lo macro a lo micro, La Tierra, la biosfera, los seres vivos y las células que nos constituyen son sistemas naturales, pero igualmente se aplica el concepto a los sistemas humanos y sociales: una institución, una empresa, un sindicato, un ejército o la sociedad misma.

Los sistemas pueden ser *abiertos*, *cerrados* o *aislados*, de acuerdo a si éstos efectúan o no intercambios con su entorno.

Un *sistema abierto* es un sistema que recibe e intercambia materia y energía con su ambiente, cambiando o ajustando su comportamiento o su estado, según los flujos que se efectúen. Los sistemas abiertos, por el hecho de recibir energía, pueden realizar el trabajo de mantener sus propias estructuras e incluso incrementar su contenido de información, mejorando su organización interna.

Un *sistema cerrado*, sólo intercambia energía con su entorno y un *sistema aislado*, es aquel que no tiene ningún intercambio con su entorno (Bruce, 1968).

Un sistema que tiene la *información y organización* necesaria para controlar su propio desarrollo, asegurando la continuidad de su composición y estructura, es homeostático, siendo la homeorresis el control del conjunto de flujos y transformaciones con que éste funciona; en tanto las perturbaciones producidas desde su entorno no superen cierto grado, el sistema se denomina autopoyético.

Cuando hablamos de desarrollo y sostenibilidad, hablamos de sistemas naturales (ecosistemas) y sociales, integrados por seres vivos que intercambian materia, energía e información con el exterior; sistemas que tienden a un equilibrio que es dinámico y establecen relaciones intersistémicas, intrasistémicas y del sistema con y hacia la totalidad de sus componentes. Son por tanto sistemas abiertos y disipativos, en cambio constante, y todo cambio, se paga con un incremento de la *entropía* del sistema.

En tanto que cuando hablamos del Sistema Tierra en relación al sistema planetario, nos referimos entonces a un sistema cerrado, en el que igualmente, todo cambio se paga con un incremento de la *entropía* del sistema. (Margalef, R. 1997).

2.3.2 Entropía y entalpía

En la naturaleza, las fuerzas se disipan en el espacio, existiendo una tendencia a aumentar la disipación de la energía de forma directamente proporcional al cuadrado de la distancia. Esto fue contemplado por la segunda ley de de la termodinámica, que se refiere a la tendencia de los sistemas hacia el equilibrio y establece la existencia de una *función de estado* llamada *entropía*, la cual se define como la magnitud que permite medir la energía degradada y el desorden inherente a todo cambio:

- * Cuando un sistema está desequilibrado y no se le contiene en alguna forma, pasará espontáneamente a un estado de equilibrio, mediante algún proceso *irreversible*, durante el cual, la entropía total (la del sistema y la de sus alrededores), aumenta hasta alcanzar un valor máximo en el equilibrio. Una vez alcanzado éste, la entropía total permanece constante. Por ello, “los gases no se comprimen de forma espontánea, ni el calor fluye espontáneamente de las regiones frías a las calientes” (Bruce, 1968).
- * En todo proceso *reversible*, la entropía permanece constante.
- * La *organización* en los sistemas aislados (sistemas que no tienen intercambio de energía con su medio, o que el medio no ofrece el entorno apropiado) los lleva al equilibrio perpetuo.

Una *función de estado* ó *función termodinámica* es: una magnitud física macroscópica que caracteriza el estado de cualquier sistema en equilibrio, a través de *variables de estado* como P, V, y T (presión, volumen y temperatura); una propiedad del sistema que tiene cierto valor definido para cada estado y es independiente de la forma en que se alcanza ese estado. (Bruce, 1968; Barrow, 1972 y Ureta, 1974).

Dentro de un sistema que no está equilibrado de forma perpetua, sino en constante cambio, debido al azar, las perturbaciones, las fluctuaciones y la incertidumbre; existen manifestaciones de energía mínimas, y éstas están cuantizadas. En los sistemas biológicos, estos paquetes de energía se denominan *ATP*, en los sistemas químicos se llaman *iones*, en los sistemas mecánico cuánticos: *fotones* y en los sistemas unificados se denominan *tensores*.

La expresión de esta energía cuantizada, o paquetes de energía puede no ser útil al sistema; así los paquetes de energía de ATP sin una capacidad de combinación adecuada, es una pérdida de recursos; el ión que disipa su carga en forma de calor inútil, es también una pérdida de recursos, el tensor que contribuye a una transferencia de cargas para un objetivo ajeno al sistema, reduce su

efectividad; el alumno que no estudia, derrocha los recursos de su familia y de los contribuyentes; la empresa que no mantiene bajo control sus archivos, derrocha recursos en tiempos de reorganización, reduciendo su producción y aumentando su estrés organizativo. De igual forma; la escuela, el currículum o el docente que no prepara a sus alumnos para resolver, eficientemente y eficazmente los problemas de la vida real, no sólo desperdicia los talentos que requerimos para intentar construir vías hacia el desarrollo sostenible, sino que reducen nuestra posibilidad real de acceder a él.

La entropía está relacionada con la tendencia natural de los objetos a caer en un estado de neutralidad expresiva: es decir, los sistemas tienden a buscar su estado más probable; y en el mundo de la física, el estado más probable de esos sistemas es el simétrico, y el mayor exponente de simetría es la inexpressión de propiedades. Esto se traduce en *desorden y desorganización*; así ante un medio caótico, la relación tensorial de todas las fuerzas tenderán a dar un resultado nulo – oponiéndose unas a otras de forma simétrica para compensarse-, ofreciendo un margen de expresión final tan reducido que, por sí solo es inservible y despreciable, pues al ser su estado más probable el simétrico, unas fuerzas neutralizan a las otras.

Aunque la entropía expresa sus propiedades de forma evidente en sistemas cerrados y aislados, también se evidencian, aunque de forma más discreta, en los sistemas abiertos -como lo somos los seres vivos y los ecosistemas en que habitamos-; sin embargo, éstos últimos poseen una capacidad diferente: la capacidad de prolongar la expresión de sus propiedades a partir de la importación y exportación de energía desde y hacia el ambiente, generando con este proceso una entropía negativa, a la cual corresponde una variación interna de la energía del sistema. Este cambio de energía interna del sistema entre el instante “A” de tiempo, con respecto del momento “B”, se denomina variación de la *entalpía*.

Siendo la entalpía otra función de estado de la termodinámica que permite expresar la variación de la cantidad de calor que se presenta en un sistema termodinámico, durante una transformación a presión constante - transformación en el curso de la cual se puede recibir o aportar energía-. Dado que todo objeto conocido puede ser entendido como un sistema termodinámico, la entalpía es numéricamente igual al calor intercambiado con el ambiente exterior o alrededores del sistema. (Bruce, 1968).

2.3.3 Flujo de energía en ecosistemas y evolución

En la medida que un sistema es capaz de no utilizar toda la energía que importa del medio en el proceso de transformación –energía que se gasta en otra parte del sistema y por tanto, entropía con signo negativo-, éste está ahorrando o acumulando un excedente energético, que puede ser destinado a mantener o mejorar la organización del sistema. Es la energía que el sistema es capaz de transferir desde el exterior ambiental hacia su interior, proceso para el cual el sistema cuenta con subsistemas que, con el estímulo adecuado, pueden adquirir inercia suficiente como para mantener su estado original y cerrar el ciclo con un resultado *emergente, exponencial* y de *valor cualitativo* como lo es la capacidad de adaptarse al medio y a lo largo del tiempo, evolucionar. Los sistemas capaces de ello, se denominan *sistemas complejo adaptativos* (Gell-Mann, 1995).

La entropía la podemos relacionar con la materia y sus propiedades, y predecir que esta última tiende a desintegrarse y volver a su estado original de simetría primordial; la entropía de signo negativo en cambio, la podemos relacionar con la *sinergia*, la *colateralidad*, la *coadyuvación* o

cualquier otro proceso que dé como resultado la conservación de la energía y su potenciación; cerrando los ciclos de transformaciones posibles en el momento que uno de los resultados finales del sistema bajo observación, exprese una salida no aprovechable por los sistemas colaterales al observado.

Es decir que en el caso de los sistemas abiertos, las bonanzas del medio permiten administrar los recursos internos de forma que la entropía sea compensada por esos excedentes, y de haber aún más, se pueda incluso replicar. Con suficientes unidades cuantizadas acumuladas, la entropía aportada al sistema quizás tienda a romper la simetría y discreción de dichos desechos, y como es el caso del Sol, las radiaciones de energía resultantes de sus procesos entrópicos, puedan alimentar a otros sistemas, como sucede por ejemplo, con la vida en la tierra con respecto de él.

En este sentido, la entropía de signo negativo se puede considerar como la expresión de fuerzas naturales que nutren a algunos sistemas de transferencia dinámica de cargas, cuya saturación impone una limitación a la hora de procesarlas, lo que sirve como mecanismo auto-regulador con capacidad de *sustentabilidad*; es decir, con una capacidad y un poder inherente de la energía para manifestarse de incontables formas y maneras.

Resumiendo, la entropía de signo negativo favorece la subsistencia del sistema, expresándose mediante mecanismos que tratan situaciones caóticas para su beneficio, y a través de las cuales el sistema no sólo expresa sus propiedades, sino muestra una estabilidad consecuente con su capacidad de procesamiento de energía ante dicha situación caótica. Por ejemplo, la homeostasis en los organismos.

2.3.4 Entropía de signo negativo, información, conocimiento y educación

Como ya vimos, los ecosistemas son sistemas abiertos y disipativos, cuyo equilibrio es dinámico; que se encuentran en constante cambio, y que todo cambio, se paga con un incremento de su entropía: es decir del desorden o degradación de la energía.

El funcionamiento de cualquier sistema complejo adaptativo –como los ecosistemas y por tanto los seres vivos–, depende de la información que llega al sistema en forma de un flujo de datos, y ante la ausencia de información, el sistema cesa su actividad y se transforma en otro sistema con un grado menor de orden; luego entonces, la entropía y la información están estrechamente relacionadas, pudiendo ser en consecuencia, la entropía una medida de la ignorancia (Gell-Mann, 1995).

Así, en fases de fuerte desequilibrio, si los cambios o variaciones no pueden ser absorbidos mediante procesos adaptativos, al llegar al punto de una fase crítica, existen en los sistemas vivos sistemas de autoorganización que a través de la entrada de nueva información y debido a la complejidad del sistema mismo, generan respuestas *emergentes*. Si los mecanismos autoorganizativos del sistema no se abren a la *innovación* para reestructurarse y llegar a un nuevo estado estable, el sistema se desorganiza al grado de la pérdida de identidad; pero si mediante su reestructuración el sistema se reordena, superada la crisis, continúa su *desarrollo*.

Es decir, la falta de información puede generar en los sistemas desequilibrios graves o crisis, a partir de los cuales el sistema innova hasta reestructurarse, reordenando el sistema y logrando su *desarrollo*. De esta forma orden y desorden como parte de la complejidad inherente a los sistemas vivos, se manifiesta en los sistemas humanos y sociales como elementos contradictorios e

inseparables –complementarios, no antagónicos-, que pueden impulsar el *desarrollo de forma continua*: es decir *sostenible*; siendo la *innovación*, una fluctuación indispensable para lograrlo.

La complejidad de los sistemas vivos y su desarrollo, se relaciona con su capacidad de autoorganización para utilizar la información que importan, pero también para afrontar el riesgo que conlleva esa apertura al entorno, y cuanto mayor superficie se deba de tomar en cuenta para la transmisión de la información, esta se corromperá o disipará de forma proporcional al cuadrado de la distancia a cubrir. Dicha corrupción -o “brecha hemorrágica” por la que el sistema experimenta su dependencia y acabamiento, según Morín, (1981)-, tiene una manifestación evidente, en forma de calor, de enfermedad, de resistencia, de agotamiento extremo, depresión o de estrés laboral; esto supone una reorganización constante del sistema, el cual sólo dejará de cumplir con su función en el momento que le falte la información necesaria.

Las estructuras ecológicas, sociales, económicas, educativas y políticas, son sistemas complejos con vías de desarrollo que se bifurcan y se encuentran continuamente; siempre sujetas a fluctuaciones ante las cuales los sistemas deben responder con su capacidad para, en respuesta a la información y conocimientos, autoorganizarse, reestructurarse y reordenar el sistema para a partir de estos procesos de orden y desorden lograr su *desarrollo continuo o sostenible* (Novo, M. 2006). (Donde la información –ó entropía negativa- contribuye al orden del sistema, al contrarrestar la entropía –ó desorden- del mismo).

Son estos cambios continuos en el orden y desorden en el equilibrio de los sistemas complejos adaptativos, los que mediante fluctuaciones que conforman un equilibrio dinámico, abren espacio a la *innovación generadora de desarrollo*. Conforme las fluctuaciones se maximizan, los sistemas se acercan a sus umbrales críticos de estabilidad.

Comprender lo anterior, nos acerca a la posibilidad real de construir alternativas de intervención sobre los sistemas complejos adaptativos, y coadyuvar al desarrollo sostenible: entendiendo que *ningún estado estable que se pueda alcanzar será definitivo, pues no hay equilibrios perfectos ni perpetuos* (Ibid). Esto es congruente con la segunda ley de la termodinámica. (Bruce, 1968, Barrow, 1972 y Ureta, 1974).

De acuerdo a Perroux (1984), “Progreso, es la generalización del progreso”, por lo que caminar hacia un verdadero progreso global ó desarrollo sostenible a nivel planetario, implica construir las condiciones de seguridad, libertad y educación necesarias para ello. Sin embargo, libertad y seguridad quedan finalmente supeditadas a los cambios que seamos capaces de generar en la *educación*, para poder estar en posibilidades o no, de construir los cambios en libertad y seguridad que conduzcan a ese *desarrollo continuo*.

Por ello, *el papel de la educación en el logro del desarrollo sostenible es prioritario*, pues evidentemente en la construcción de la sostenibilidad planetaria, al interior de un sistema constituido por sistemas complejos adaptativos, sobrevivirán los que a partir de la información hayan apropiado conocimientos, los que sean más creativos en su uso y vinculación para responder a los retos ambientales, los de mayores capacidades de innovación, resistencia y resiliencia.

La sostenibilidad es posible entonces en la medida en que se disminuya la entropía –ignorancia- con entropía negativa –información y conocimiento-; es decir con educación al respecto, fomentando así la resiliencia para responder a las crisis y sobreponernos a ellas.

Entropía = desorden = ignorancia

Entropía de signo negativo = información = conocimiento —————> Educación —————> Desarrollo

2.3.5 Educación y desarrollo con equidad y justicia

El término educación, proviene de los vocablos en Latín: *educere* -guiar, conducir-, ó *educare* -formar, instruir-. Es el proceso por medio del cual, las sociedades humanas se constituyeron, mediante la sociabilización y enculturación formal de los individuos que las conformaron -así como la expulsión, castigo y muerte de aquellos que no se plegaron-, con el objeto de reproducir los conocimientos y valores de una determinada cultura.

La Historia nos demuestra inequívocamente, que la educación, fue y es, la vía de conformación y desarrollo de las sociedades en el mundo. Es claro cómo las civilizaciones antiguas, poniendo en práctica determinados mecanismos educativos lograron la formación y selección de los mejores individuos para el ejercicio elitista del gobierno o para incidir significativamente en el devenir de las propias sociedades; pero igualmente claro es, este mismo uso de la educación en la sociedades actuales, pues antes como hoy, ésta es asunto de Estado. *De control de Estado*; sea para impulsar el desarrollo, o por el contrario, para mediante una educación incoherente y parcializada mantener en la ignorancia y sometimiento generador del subdesarrollo a grandes masas poblacionales, pues su función sociabilizadora en uno u otro sentido, resulta igualmente determinante a efecto de fortalecer, modificar o reproducir una determinada estructura social. La educación genera así ciertas validaciones, pero también ciertas exclusiones, con una clara tendencia a la eliminación de las disidencias. Esta forma de educar, al ser excluyente, es también *injusta e inequitativa*.

La educación ha normado aquello que puede ser dicho y pensado (a través del discurso y los contenidos), pero también quién puede decirlo, cuándo y con qué autoridad (currículum oculto), como tácita expresión de poder, lo que deja clara la inexistente neutralidad de la educación e implica que poder y saber, son aspectos indisociables de un mismo proceso; los saberes que se enseñan y construyen, no son simple reflejo de relaciones de poder, sino que son inmanentes a ellas.

Una educación que propugna exclusiva o preponderantemente por los aspectos utilitarios del saber, el esfuerzo individual, las destrezas, las competencias individuales, y la competitividad, confiere al acto educativo un carácter reproductor a través del cual se refuerza el dominio de las clases, de los gobiernos hacia sus ciudadanos y de unos gobiernos sobre otros y los del mercado.

2.3.6 Desarrollo sostenible, educación e interdisciplina:

El progreso global, sólo puede existir mediante la suma de los progresos locales; por ello, *desarrollo*, no puede ser la puesta en práctica de modelos de crecimiento económico concebidos desde fuera por “expertos” extranjeros con base a sus concepciones, conocimientos y cultura; sino la recuperación protagónica de las comunidades con base al reconocimiento de sus valores naturales y culturales: revalorizando lo pequeño y descentralizado, combinando la autosuficiencia con el abrirse al exterior y recurriendo a expertos, técnicas y tecnologías externas si se requiere, pero sólo para facilitar el proyecto endógeno y no para suplirlo, porque “*por los mismos canales por donde entra la tecnología, se filtra también la cosmología occidental*”, obligando a las comunidades a cambiar todo aquello que no encaja en sus concepciones, (Galtung, 1979 en Novo, 2006).

El desarrollo exógeno genera aculturación y daños, tanto ecológicos como sociales; y es esa la razón por la cual el verdadero desarrollo debe ser endógeno: gestarse al interior de las comunidades, puesto que el desarrollo no se da, ni se otorga, sino que se construye al interior de cada comunidad,

a partir de las necesidades que tienen sus integrantes, conforme a sus prioridades y con respeto a su cultura.

La *integración* de sectores, agentes, conocimientos, potencial humano, bienes naturales, tradiciones culturales, saberes propios, etc. es un requerimiento esencial para la viabilidad de cualquier acción orientada al desarrollo, pero es también un indicador del grado de sostenibilidad del desarrollo alcanzado. Por el contrario, la falta de integración es una de las características, del subdesarrollo (Por ejemplo: redes de transporte insuficiente, mercados locales sin comunicación entre sí, hospitales sin doctores, maestros y estudiantes sin escuelas, bibliotecas sin libros, etc.)

El *desarrollo sostenible* es un proceso *integrado*, una emergencia del sistema en su conjunto, es decir una cualidad o propiedad nueva que el sistema va alcanzando como tal, a través de la interacción y articulación de las partes, sin que pueda decirse que radica en exclusiva en ninguna de ellas (sectores, agentes, grupos económicos, sociedad civil, etc.), ni tampoco que sea la simple suma de sus acciones. Novo, (2006).

El desarrollo integrado, implica pensamientos, procedimientos y acciones *interdisciplinarias* que estudien cómo resolver los problemas y cambiar la realidad conforme a las necesidades y prioridades de las comunidades -haciendo partícipes de esta integración interdisciplinaria igual a los expertos de disciplinas diversas que a los conocimientos tácitos de la comunidad-; pues de hecho, sólo a través de la integración *interdisciplinaria* desde diversos campos del saber, pueden ser abordados problemas tan complejos como son: el *ambiente* y la *educación* requerida para abordar la problemática ambiental, a efecto de alcanzar el *desarrollo sostenible*.

Este intercambio y potenciación de saberes, configura procesos –interdisciplinarios- de autoafirmación de conceptos y construye la versión endógena de desarrollo de una comunidad que así se hace consciente de sus valores naturales y culturales, a la vez que asume el protagonismo de construcción de su propio proceso de desarrollo. *Ibid.*

Sin embargo, la conformación interdisciplinaria de grupos de trabajo no es por sí misma, garantía de la integración necesaria al proceso de construcción del desarrollo sostenible; para ello es necesario además, ser capaces de, como equipo interdisciplinario, establecer interpretaciones multicausales que permitan abordar los problemas desde su origen, bajo perspectivas diversas; que generen planteamientos plurales sí, pero también *interdependientes*, pues los problemas no son, ni están aislados; menos cuando se trata de sistemas vivos y problemas ambientales.

La *interdependencia* es pues elemento indispensable a la *integración* que desde el ejercicio de la *interdisciplina* ya no sólo busca las causas, sino también las relaciones, conexiones, flujos y pautas que vinculan los comportamientos de los sistemas ambientales.

Esto significa que la educación que requerimos para construir el desarrollo sostenible también es así; una educación que permita al individuo:

- * *Construir* a través de la integración interdisciplinaria desde diversos campos del saber, conocimiento útil para abordar y plantear soluciones a los problemas complejos, desde perspectivas multicausales e interdependientes; coadyuvando al reconociendo de sus valores naturales y culturales para revalorar lo pequeño y descentralizado, a la vez que en consecuencia, asume el protagonismo de construcción de su propio proceso de desarrollo.

- * *Entender* que las divisiones disciplinares de la ciencia, tienen un útil valor metodológico, pero que no por ello podemos dejar de observar y reconocer que en la realidad, no existen problemas simples ni aislados, y que por tanto, no es posible el abordarlos desde la visión parcial y aislada de las divisiones unidisciplinarias.
- * *Comprender* que la única constante en La Naturaleza, es el cambio.
- * *Asumir* la existencia de los límites de crecimiento que la naturaleza impone.

Una enseñanza de la ciencia de orden ambiental, es entonces una educación para el desarrollo, que busca tanto la adquisición de los conocimientos, como el propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes, con la finalidad de plantear el cómo resolverlos a través de la construcción de *pensamiento emergente*.

El hacer para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación con estas características - ejemplificando con el tema suelo-, es el problema u objeto de estudio que se abordará.

PREGUNTAS ORIENTADORAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Preguntas orientadoras de la investigación

Las interrogantes que guiarán y darán coherencia discursiva al presente estudio son:

1. ¿Cómo puede contribuir la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia a generar en el niño o niña de hoy, interés genuino por el estudio y el conocimiento de la ciencia en general, y por la conservación de los recursos naturales en lo particular?
2. ¿Qué métodos me pueden permitir formar el ciudadano de mañana; con una amplia cultura general en ciencias naturales y profunda conciencia social; sabedor de su historia, tanto como de la realidad económica, ambiental y política de su país, orgulloso de sus orígenes, consciente de su derecho y responsabilidad social en la construcción de su familia y capaz de elegir, con conocimiento y conciencia, tanto cuál es su proyecto de país, como el llevarlo a cabo para construir el desarrollo?
3. ¿Qué modelos de conocimiento y estrategias didácticas puedo utilizar para construir conocimiento útil para abordar y plantear soluciones a los problemas complejos, desde perspectivas multicausales e interdependientes?

3.2 Objetivo general de la investigación

Este anteproyecto doctoral tiene entonces como objetivo general, hacer para la educación básica, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, que contribuya a generar interés por el estudio y conocimiento de las ciencias en general, y la conservación de los recursos naturales en particular –utilizando el suelo como eje-, a efecto de posibilitar un desarrollo sostenible.

3.3 Objetivos específicos de la investigación

Proponer de forma argumentada, una metodología para la enseñanza interdisciplinaria de las ciencias para la sustentabilidad, ligada a la teoría social y no al margen de ella: que incluya, integre y conjugue la construcción de conocimientos ligados a los valores y principios humanos, como vía de construcción del desarrollo.

Desarrollar experiencias didácticas, aportar ejemplos y compartir la metodología seguida para enseñar ciencias, utilizando para ello como tema, la existencia de un recurso no renovable complejo: el sistema suelo, para iniciar y motivar a niños, niñas y jóvenes en el estudio de esta área de la ciencia.

3.4 Posibles respuestas a las interrogantes de investigación

El poseer o no un sentido claro de para qué se vive, guarda una estrecha relación con la educación que hemos recibido y/o construido en la escuela, como sociedad y desde el hogar.

En el mundo que hemos construido luego de la revolución industrial e inmersos en el capitalismo y posteriormente la actual economía neoliberal, se ha concedido a la educación, tanto de forma tácita como explícita, un mero valor instrumental a través del cual es posible alcanzar en la vida un determinado grado de bienestar, entendido éste más como bienestar económico y poder de consumo, que garantice al individuo *‘un sitio en la vida’*.

El ir a la escuela y estudiar, ha venido siendo reducido a una actividad utilitaria -y no una actividad lúdica y constructora de conocimiento humano-, a través de la cual lograr en el futuro, dicho bienestar; entendiéndose además por “bienestar” el logro acumulativo de posesiones que hagan del individuo un ser “exitoso”; siendo la medida de dicho éxito, la cantidad de posesiones acumuladas.

Reducir de esta forma las expectativas del ser -lo que en parte se explica en función de la no obtención de los ideales de la “modernidad”, que conllevan la pérdida de confianza en la idea del progreso indefinido y bienestar social-, nos ha conducido a la exacerbación de la “individualidad”, alejándonos de nuestra “humanidad”; al hacer de lo importante en la vida el disfrute del “yo” y el del momento presente: “mi momento”, generando una conciencia de escaso sentido de la existencia, pues ésta se reduce al disfrute de efímeros instantes de placer momentáneo tras cuyo logro hay que correr.

Esto se refleja claramente en la escuela y la educación que en ella se imparte, pues para conseguir en el futuro “ese éxito”, el niño debe iniciar su camino compitiendo y triunfando sobre sus compañeros para lograr ser el “primero”, el “mejor”, y no importa si aprendió, tampoco qué aprendió, ni si le satisfizo el aprender; reproduciendo así en la escuela y a través de nuestra enseñanza, un esquema individualista de competitividad; en tanto que al mismo tiempo, y pretendiendo “formarlo en valores”, le planteamos trabajar en equipo y por el bien común, como medios, no para conseguir un desarrollo sostenible a nivel planetario; sino porque hay que lograr “desarrollar sus capacidades” de acuerdo a lo que a la escuela le demanda hoy el mercado.

Queda claro entonces que una cosa decimos, pero que en la vida real es otra la que hacemos y así lo entienden los infantes y jóvenes; es obvio para ellos que una educación comprometida con la construcción de los conocimientos y de los valores de solidaridad, justicia, equidad, etc., no es la verdadera meta del sistema educativo, ni de la mayoría de escuelas y docentes; que como sociedad no creemos realmente en ello -pues no lo estamos construyendo en la escuela-, y por eso les es mejor no escucharnos, aún cuando sí entienden que deben oírnos y memorizar lo que decimos, para aprobar los exámenes que les permitirán ser los primeros, y seguir así en la competencia que los llevará al “éxito”.

De esta forma, y en cuanto a la primera interrogante de investigación de este trabajo, podemos decir que la acción educativa contradictoria que así se ejerce, no contribuye a mediante la enseñanza de la ciencia, generar interés por el estudio y el conocimiento de la ciencia en general, ni por la conservación de los recursos naturales en lo particular, pues siendo lo importante el ganar y no el aprender, no se satisfacen las necesidades cognitivas, para ofrecer posibles respuestas -a través de espacios de indagación y discusión compartida y confrontada en el aula-, a los problemas reales de la vida actual que el niño y el joven perciben tácita y explícitamente en todos los ámbitos en que se desarrolla; dejando en cambio, espacio abierto a la confusión y la manipulación: porque ese vacío es hoy satisfecho en gran parte por los diversos medios de comunicación; cediéndoles el poder de formarlos cognitivamente y éticamente -de educarlos-, sin que medie al respecto ninguna reflexión crítica, pero sí en cambio, que ésta sea definida por los compromisos e intereses, económicos y políticos, de ese individuo que a través del medio de que se trate, a ellos se dirige en respuesta obvia

a intereses de grupos de individuos, que responden al mercado y no a un ideal educativo para el desarrollo sostenible.

Por todo ello, en este trabajo se difiere de esta posición cómoda de la acción educativa que se limita a una mera acción transmisiva de conceptos a memorizar y repetir, pretendiendo ser neutra sin en realidad serlo.

Se plantea como posible respuesta no a comprobar matemática ni estadísticamente, sino a sustentar con argumentos –aún cuando de hecho, si se aportan, para complementar la interpretación pedagógica, el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos, y su interpretación-, que con objeto de contribuir a generar interés por el estudio y el conocimiento de la ciencia en general, y por la conservación de los recursos naturales en particular, se puede y debe -como parte inherente del enseñar ciencias-, enseñar a infantes y jóvenes a recobrar su humanidad; enseñando ciencias de forma comprometida en los planteamientos, los ejemplos y los hechos con la sostenibilidad local y global: educándolos en la consciencia de la no neutralidad de la ciencia, del poder del saber y de la responsabilidad de cómo se usa el saber, pero también de la ineludible congruencia que nos es exigible a todos en el ejercicio profesional y ciudadano, para así formar realmente los valores que nos acerquen nuevamente al ser humano, aprendiendo a serlo, unos y otros: docentes y alumnos, a través del proceso de enseñanza aprendizaje que nos vincula.

Abordando los temas de forma compleja, integrando diversas disciplinas a su tratamiento y explicación; ofreciendo la posibilidad de conflictuar desde diversas perspectivas al alumno, como medio para llevarlo a la reflexión, y construir juntos la transición de formas de pensamiento simples a otras más complejas. Conduciéndolos al conocimiento de los problemas reales que se requiere resolver, permitiéndoles intentar hacer sus propias preguntas al respecto (en vez de hacerles contestar preguntas que a ellos no les interesan -pues tampoco se las hicieron-, ó peor aún, teniendo que memorizar respuestas que ellos no encontraron); guiándolos para encontrar posibles respuestas que como argumentos válidos, puedan ellos ofrecer a la opinión y crítica de sus compañeros y maestros, para así crecer cognitiva y argumentativamente, a la vez que adquieren la confianza en sí mismos que todos los humanos requerimos para expresar asertivamente todas nuestras potencialidades.

Con objeto de abordar la segunda interrogante que da origen a este trabajo, se considera la capacidad normativa de la escuela y de la enseñanza de la ciencia escolar -para construir y lograr esa formación humana-, como la más fuerte y consecuente posibilidad de recuperación de la conciencia social de comunidad, pueblo, nación, Tierra y humanidad, que nos puede permitir, mediante el estudio y la reflexión histórica del desarrollo económico, ambiental, político y social de la humanidad, ser y estar orgullosos de nuestros orígenes, así como conscientes de los errores, derechos y responsabilidades que tenemos para con nosotros, la familia, la humanidad, los ecosistemas y el Planeta, en la construcción de un desarrollo sostenible para todos.

En tanto que al respecto del modelo de conocimiento y las estrategias didácticas a utilizar para construir conocimiento útil para abordar y plantear soluciones a los problemas complejos, desde perspectivas multicausales e interdependientes: se considera no sólo posible, sino indispensable, el tratar de enseñarlos a observar y no sólo mirar, a escuchar en vez de tan sólo oír, a observar de forma crítica los hechos cotidianos de su vida, a imaginar la forma de construir desde la perspectiva de sus existencias, una forma de vida mejor para todos, mediante la utilización del modelo de construcción del conocimiento y la utilización de estrategias didácticas que permitan ambientalizar el currículum, es decir: *ofertar experiencias integradoras, interdisciplinarias e interdependientes,*

que les ayuden no sólo comprender los fenómenos del mundo, sino también; ¿cuál es el lugar de ese fenómeno en el mundo, cómo se relaciona con otros fenómenos existentes en el mundo, en qué forma interactúa éste con los demás componentes del mundo y cómo se integran estos en el mundo; porque de comprenderlo así, dependen las posibilidades reales de construcción de la sostenibilidad a manos y cerebros de los futuros ciudadanos.

El hacer para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación para el desarrollo -ejemplificando con el tema suelo-, es por lo tanto el problema u objeto de estudio que se aborda. No se encuentra sin embargo entre los planteamientos de este trabajo el dar respuestas, sino el aportar experiencias didácticas hiladas metodológicamente con objeto de compartirlas, ofreciéndolas a la crítica para enriquecerlas y enriquecernos, en tanto encontramos el camino hacia una educación para el desarrollo.

Se considera posible en cambio, el evaluar si la aplicación de la propuesta pedagógica que se hace, puede inducir o no, los cambios esperados en los individuos que son sujetos de esta acción y aportar explicaciones sobre ello.

3.5 Esbozo metodológico

Con objeto de poner en práctica una propuesta de enseñanza de la ciencia de orden ambiental para la educación básica, a la vez que obtener información que permita dar alguna respuesta a las interrogantes de investigación hechas; se buscó proceder de forma congruente con las bases éticas y conceptuales de una educación y enseñanza de las ciencias para el desarrollo sostenible.

Partiendo de la consideración de que ésta no puede ser memorística, pues tal y como históricamente ha quedado demostrado, la acumulación y especialización inconexa de saberes no ha sido hasta ahora la respuesta, y sí en cambio, ha dejado claro que los problemas reales no se resuelven recitando teorías, normas y principios; por lo que se propuso realizar, no como recurso didáctico, sino como principio aglutinador de la ciencia en la construcción de la educación que se desea, una intervención pedagógica de ambientalización curricular *no instructiva*, que asume como premisa esencial de la misma, la existencia de la complejidad como visión del mundo en que vivimos. En consecuencia, se optó por el modelo de construcción del conocimiento, para intentar cimentar en el aula explicaciones que contemplen; la complejidad: interdependencia, integralidad, e interdisciplinaria de los objetos de estudio que en ella se abordan, para cumplir así con el objetivo de enseñar ciencias y por tanto, a pensar científicamente.

Iniciando la construcción del conocimiento como producto de un proceso continuo que, toma como punto de partida tanto los intereses, como los valores, los sentimientos y los conocimientos previos de los alumnos, como medio para cimentar, tanto nuevas representaciones, como la comprensión de nuevos significados que den origen a ideas y conocimientos *emergentes*; construidos, no enseñados - aprendizaje significativo (Ausubel, 1973) -. Buscando, a partir de los conocimientos y experiencias previas del niño, de la acción mediadora del docente que busca provocar una interacción sujeto-intervención, y mediante diferentes estrategias didácticas utilizadas para ello; incrementar sus conocimientos y experiencias -con el objetivo de hacer realidad la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas complejos existentes, con la finalidad de plantear después el cómo resolverlos, así como incidir en sus creencias, valores y principios.

Se asumió como estrategia general –a efecto de lograr la ambientalización de los saberes-, la exploración de la complejidad de los objetos de estudio; pues se partió igualmente de considerar que la forma de comprender y asumir la complejidad de los sistemas, es aprendiendo y enseñando de forma sistémica y compleja todo tema, buscando desde la perspectiva interdisciplinar y transdisciplinar: las relaciones, causas, explicaciones, interconexiones e interdependencias, que nos permitan un conocimiento lo más integral, interactivo y complejo que nos sea posible, pero entendiendo a la vez que éste, finalmente siempre será inacabado.

Se consideró para la elaboración de esta propuesta, que la finalidad de abordar desde el aula el pensamiento complejo, es un desafío y a la vez una apremiante necesidad que no nos es posible soslayar, reconociendo que los docentes no estamos preparados para ello en este momento, pero creyendo que podemos hacerlo, así como que participar de la construcción de un modelo apropiado para los problemas por resolver, es una oportunidad de crecimiento humano y docente que no nos podemos perder; igualmente, que esta es una oportunidad de recuperar la acción pedagógica lúdica: la que persigue no un resultado numérico determinado, sino engendrar pensamientos y valores en las mentes de los niños y niñas, por lo que en consecuencia, el análisis de los resultados de las acciones en el aula, guardan en sí un valor intrínseco: con relación al valor educativo que tienen por sí mismas como experiencia y no por su valor como instrumentos.

Consecuentemente, en este trabajo no se plantea el dar respuestas, sino aportar experiencias didácticas y compartir la metodología seguida para intentar enseñar ciencias, utilizando para ello como tema, la existencia de un recurso no renovable complejo: el sistema suelo.

Como intención final, aquí se ofrecen a la crítica de pares; buscando contribuir con los aciertos que se puedan aportar, pero también con los errores que se hayan cometido, al intentar la construcción de un modelo educativo para el desarrollo sostenible. En la descripción metodológica de la investigación que como parte de este documento se hace, se detallan todos los pasos seguidos para la puesta en práctica de esta propuesta.

MARCO TEÓRICO

4.1 El contexto

Uno de los grandes desaciertos en el desarrollo de propuestas y teorías, es el ignorar los contextos y suponer que éstas pueden ser aplicables a los procesos de igual forma en cualquier tiempo y lugar.

Lo anterior cobra especial relevancia cuando de lo que se habla es de educación, pues hoy se reconoce que una de las condicionantes que definen el proceso educativo, a partir de los supuestos teóricos que se ponen en práctica para educar, es el ámbito en el cual éste se desarrolla, por lo que igualmente los resultados dependerán en buena parte de él.

Esta es la razón por la cual, se aborda aquí cuál es el contexto actual que definen el marco jurídico mexicano e internacional en ambos órdenes, el educativo y el ambiental; pues cualquier crítica ó propuesta que se haga en torno a cualquier supuesto teórico sobre dichos aspectos, deberá necesariamente tomarlo en cuenta.

A la vez, sumado al contexto particular o local propio del sistema normativo de la educación en México, deberá ser tomado en cuenta el contexto general; esto último significa ubicarnos al interior de una sociedad de mercado global que hoy afronta una crisis ambiental, con objeto de plantearnos nuevas preguntas acerca de cómo educar para la sostenibilidad e intentar avanzar hacia ella.

4.1.1 Marco legal normativo para el desarrollo de un proyecto educativo de orden ambiental

a) *Educativo*

La Constitución Política Mexicana (CPEUM), consagra el derecho a la educación en su artículo 3º, otorgando a sus habitantes el derecho a ella, como parte de sus garantías individuales al dejar asentado por escrito que: “Todo individuo tiene derecho a recibir² educación”, reconociendo por tanto, la equidad en el derecho a ésta, y delimitando a la vez la educación que el Estado está obligado a proporcionar, misma que es llamada básica, y que contempla el preescolar, la primaria y la secundaria.

Al respecto, es de hacerse notar que dicho artículo 3º, en su fracción IV, deja claro que **"toda la educación que el Estado imparta será gratuita"** (CPEUM, 2000).

A partir del segundo párrafo de dicho artículo, se mencionan los principios y criterios en que debe basarse la educación que está obligado a impartir el Estado, siendo estos: la libertad de creencias, laicidad, incorporación del progreso científico, y la lucha contra la ignorancia, el fanatismo y los prejuicios.

En este mismo artículo se señala además, que la educación impartida, deberá incorporar el ejercicio de la democracia como régimen político y sistema de vida, deberá ser nacional, tendiente a la

² Se subraya en el documento lo considerado de relevancia normativa para el tema

comprensión del aprovechamiento de los recursos, la defensa de la independencia económica y el acrecentamiento de la cultura; así mismo, deberá contribuir a la convivencia humana, al generar y propiciar el aprecio a la dignidad de la persona, la integridad de la familia y el interés general en la sociedad.

A efecto de garantizar el cumplimiento de lo anterior:

- a) El artículo 32 del mismo ordenamiento, exige a las autoridades de todo nivel "tomar medidas tendientes a establecer las condiciones que permitan el ejercicio pleno del **derecho a la educación de cada individuo**, una **mayor equidad educativa**, así como el logro de una **efectiva igualdad de oportunidades de acceso y permanencia en los servicios educativos**. Dichas medidas estarán dirigidas, de manera preferente por la ley, a los grupos y regiones con mayor rezago educativo, o que enfrenten condiciones económicas y sociales de desventaja".
- b) Igualmente, la ley exige a los mexicanos que envíen a sus hijos o pupilos menores de edad, a las escuelas públicas o privadas, con la finalidad de que cursen la educación primaria y secundaria **obligatorias** para todos (artículo 31 constitucional, fracción I, y artículo 4 de la LGE), pero no existe ninguna sanción para el incumplimiento de este precepto.
- c) Sólo a partir de las reformas hechas en los últimos años, la CPEUM aborda el tema de la educación, dirigiéndolo al rescate de estos derechos de los grupos indígenas, tratando así de aminorar la desigualdad de oportunidades y las prácticas discriminatorias; por lo que obliga, en su artículo 2º apartado B, a la Federación, así como a los Estados y Municipios, a **“Garantizar e incrementar los niveles de escolaridad, favoreciendo la educación bilingüe e intercultural, la alfabetización, la conclusión de la educación básica, la capacitación productiva, y la educación media superior y superior”** de este grupo social en desventaja.

En el ámbito internacional:

1. La Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO 1987), planteó tres objetivos principales de la educación ambiental:
 - a) Fomentar el conocimiento de la interdependencia entre los elementos económicos, sociales, políticos y ecológicos para estimular una actitud de compromiso.
 - b) Proporcionar a cada persona oportunidades de adquirir el conocimiento, los valores, las actitudes, la responsabilidad y las herramientas necesarias para proteger y mejorar el medio.
 - c) Crear nuevos modelos de comportamiento de los individuos, de los grupos y de la sociedad en su conjunto, hacia el medio.
2. En el año 2000, *La Carta de la Tierra* (Comisión de La Carta de la Tierra. UNESCO, 2000), retomando y asumiendo todas las anteriores Declaraciones de la ONU y UNESCO, plantea la necesidad de hacer realidad “Los derechos humanos, la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible, una cultura de paz y la promoción del entendimiento entre los

pueblos”, **como garantías inalienables e inherentes a todos los seres en el planeta;** y define también las siguientes acciones, como fundamentales para el logro de los objetivos planteados:

- a) Diseminar la Carta de la Tierra entre individuos y organizaciones en todos los sectores de la sociedad, a nivel mundial.
- b) *Promover el uso educativo de la Carta de la Tierra en escuelas, universidades, y en otra gran variedad de campos así como desarrollar y distribuir los materiales de apoyo necesarios.*
- c) Instar y promover el uso, implementación y adhesión de la Carta de la Tierra, por parte de la sociedad civil, económica y del gobierno en todos sus niveles.

Con La Carta de la Tierra, se aspira a un mundo sostenible, como condición previa para hacer realidad los derechos humanos y libertades fundamentales, para las generaciones presentes y futuras, con respeto a la tierra.

Se hace indispensable entonces, cambiar los valores y principios en el orden planetario, como único medio de subsanar las diferencias crecientes entre los países desarrollados y subdesarrollados, así como la sobreexplotación de los recursos naturales y riquezas de nuestras naciones; con objeto de hacer realidad la igualdad, la justicia, el entendimiento cultural y por tanto la paz, *como condiciones indispensables para el logro de un desarrollo sustentable, de forma sostenida en el tiempo a nivel planetario. Este cambio necesariamente deberá ser educativo, a fin de garantizar que sea una realidad.*

3. En el año 2002, la UNESCO reconoce que a pesar de las declaraciones anteriores, los esfuerzos han sido sólo declarativos y no hay avance en el desarrollo de los pueblos pues no existe la educación requerida para ello, y que su logro, requiere de un esfuerzo educativo mundial. En consecuencia, la ONU declara al periodo 2005-2014 **LA DÉCADA DE LA EDUCACIÓN POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE.** (ONU, 2002).

La trascendencia del papel de la educación, en el logro de la sostenibilidad planetaria, queda absolutamente clara con esta nueva acción. *No hay posibilidad de lograrla, si no hay un cambio educativo.*

b) Ambiental

La Constitución Mexicana, a partir de las reformas del año 1999, y en relación al tema ambiental, aborda jurídicamente y en gran parte, las lagunas que al respecto existían, modificando y aumentando por ello –al menos potencialmente-, la participación de México en el cumplimiento de los puntos de la Carta de la Tierra:

- ✓ Medio ambiente y desarrollo sostenible

* Artículo 25 6to párrafo: Corresponde al Estado...., bajo criterios de equidad social y productividad, se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, **sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en**

beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

* Artículo 122 base Primera fracción V inciso j: Definida por el artículo 44 la naturaleza jurídica del Distrito Federal . . . , base 1ª: Respecto a la Asamblea Legislativa . . . , fracción V: La Asamblea Legislativa, en los términos del Estatuto de Gobierno, tendrá las siguientes facultades . . . , inciso J: **Legislar en materia de planeación del desarrollo; en desarrollo urbano, particularmente en uso del suelo; preservación del medio ambiente y protección ecológica; vivienda; construcciones y edificaciones; vías públicas, tránsito y estacionamientos; adquisiciones y obra pública; y sobre explotación, uso y aprovechamiento de los bienes patrimonio del Distrito Federal.**

* Además se agrega al primer párrafo del artículo 25, que por reforma del 28 de Junio de 1999 a la letra dice: **“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable...”**

✓ Derecho a un medio ambiente sano

* Artículo 4 5to. Párrafo, reformado el 28 de Junio de 1999: **“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.”**

* Artículo 73 **“El Congreso tiene facultad para:”**... fracción XVI: Faculta al Consejo de Salubridad General para **tomar medidas que ayuden a prevenir y combatir la contaminación ambiental** mismas que serán revisadas después de su expedición.

* Artículo 73 **“El Congreso tiene facultad para:”**... fracción XXIX-G: **“Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.”**

✓ Ciencia y tecnología

* Se añade el artículo 73 **“El Congreso tiene facultad para:”**... fracción XXIX-F: **“Para expedir leyes tendientes a la promoción de la inversión mexicana, la regulación de la inversión extranjera, la transferencia de tecnología y la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el desarrollo nacional.”**

✓ Justicia social y económica

* Se añade el artículo 123 en su apartado A en especial las primeras IX fracciones **como precursor mundial de una de las ramas de la justicia social en cuanto a los trabajadores.**

* Artículo 123 apartado A fracción VI párrafo 2do.: **“Los salarios mínimos generales deberán ser suficientes para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia, en el orden material, social y cultural, y para proveer la educación”**

Obligatoria de los hijos. Se fijarán considerando, además, las condiciones de las distintas actividades económicas.”

✓ Economía

* Artículo 25 2do. Párrafo: “**El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta constitución.**”

✓ Desarrollo

* Artículo 25 3er. Párrafo: “**Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación”**

Normatividad: Existe a la fecha un buen número de Normas Técnicas a cumplir con objeto de salvaguardar el medio ambiente: sin embargo NO SE RESPETAN NI SANCIONAN (Vega, 1997; SEMARNAT, 2003; Movimiento Mexicano de Afectados por la Presas y en Defensa de los Ríos (MAPDER), 2004; Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2005).

En tanto que en el ámbito internacional:

1. La Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH, 1948), es hoy parte constitutiva del currículum educativo de los países que la afirman en todo el orbe: integrándose en los programas formales y no formales de educación; también es empleada para la formulación de todo código de ética alrededor del mundo, y México, *al menos en lo “dicho”*, también la asume.
2. En el año 2000, durante la realización de la Cumbre de la Tierra.
3. La ONU declara al periodo 2005-2014 *LA DÉCADA DE LA EDUCACIÓN POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE*. (ONU, 2002).

Existen pues, los marcos jurídico y educativo propicios en los niveles nacional e internacional, que no sólo justifican, sino que permiten plantear propuestas educativas de enseñanza de la ciencia de orden ambiental sustentadas en ellos; demandando el paso de lo que se dice a lo que se hace, como mínimo acto de congruencia en seres que se dicen racionales.

4.1.2 La crisis ambiental y el desarrollo sostenible

Desde hace millones de años, la vida se ha desarrollado ininterrumpidamente sobre La Tierra, no obstante las varias catástrofes que a lo largo de su historia provocaron la desaparición de muchas especies. A partir de la formación de nuestro planeta, éste ha sufrido constantemente transformaciones de orden natural, producto del conjunto de fenómenos que involucran la transformación de las rocas y minerales de su corteza, en el suelo que hoy conforma las plataformas continentales y el piso oceánico; mismas que tuvieron como consecuencia, tanto la formación y

evolución de los medios en los cuales se desarrollan los seres vivos, como su degradación y contaminación.

La actividad humana se enfocó desde sus orígenes a obtener de la naturaleza todo aquello que contribuyera a satisfacer sus necesidades inmediatas: cobijo, vestido y alimento, los que se obtenían con grandes esfuerzos para no sucumbir en un medio natural agresivo para el hombre. Cualquier deterioro que pudiera ser imputable al hombre, resultaba absolutamente despreciable comparado con esas transformaciones y su consecuente contaminación de origen natural y, el reto a superar, era el de su defensa frente a la fuerza de los fenómenos naturales, no el de controlar el desequilibrio inherente a sus actividades y forma de vida. (Gómez, 2004).

Sin embargo, en los últimos 200 años, esto ha cambiado y muchas de las nuevas catástrofes ocurridas en el mundo sí han sido provocadas por la especie humana, olvidando que también son una especie que, frente a una catástrofe, podría desaparecer.

Los medios de difusión periódicamente nos informan de desastres ecológicos y de contaminaciones peligrosas, también hacen saber predicciones sobre las consecuencias de determinadas prácticas, como la destrucción de la capa de ozono, alimentos contaminados, radiaciones, etc. Esta información, el ciudadano la recibe filtrada de lo que se discute en altos niveles sobre el tema; y las acciones que se debieran llevar a cabo para impedir esos peligros no están en sus manos, puesto que no tiene los elementos cognitivos para discernirla y no ha sido educado para poder combatirla.

Todas estas reflexiones pueden resultar de utilidad si se hace algo al respecto, es decir, educar convenientemente a los ciudadanos para que hagan oír su voz frente a los intereses de gobernantes e industriales, pero con una voz capaz de convencer, de razonar, de negociar. Se necesita por ello una “educación ambiental”³ del ciudadano para que las nuevas generaciones, mejor preparadas, puedan sustituir las ideas caducas. (*Ibid*)

Hoy son ya muchas las instancias formales y no formales – desde la ONU hasta las O. N. G.'s -, que se plantean cómo incidir positivamente en la búsqueda de propuestas educativas innovadoras para resolver la crisis ambiental, orientando los conocimientos, los valores y las conductas hacia *pautas sostenibles para el consumo y la gestión de los recursos* (Novo, 2005).

Se ha hablado ya en el capítulo anterior, acerca de que estas propuestas de educación a través de la enseñanza, requieren actuar sobre dos líneas o ideas fundamentales con objeto de abordar la crisis ambiental: la primera, es que *nuestro planeta es un sistema cerrado y finito*, tanto en el nivel ecosistémico como en el socioeconómico, y la segunda es que *la equidad social reclama formas diferentes de gestión de los recursos naturales de La Tierra*, y en ello, la educación formal tiene ante sí todo un reto y la educación no formal cobra *especial relevancia*.

4.2 La educación, la enseñanza y los modelos de enseñanza

Siendo la enseñanza de la ciencia el epicentro de este trabajo, el ¿qué es enseñar?, y el cómo la enseñanza que se imparte para educar a los individuos, se ha articulado históricamente a través de

³ El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) entiende por educación ambiental al proceso educativo formal y no formal que busca generar educación, conciencia y cultura ambiental, reflejada en actitudes, aptitudes, valores y conocimientos, hacia el desarrollo sostenible.

diferentes modelos pedagógicos con la cultura y el desarrollo de las sociedades, resulta esencial para el tratamiento del tema; razón por la cual se abordan a continuación estos conceptos.

4.2.1 La educación como medio reproductor del poder de las culturas dominantes

Si bien los pueblos primitivos carecían de maestros, escuelas y doctrinas pedagógicas, no por ello no educaban al individuo; guiándolo mediante la aprobación-desaprobación del grupo hacia la realización de acciones y reacciones que se aprobaban como conductas aceptadas y le permitían vivir en él, o ser expulsados de la comunidad -si es que habían logrado no morir por diferir-. De esta forma, la educación existía de hecho; y la búsqueda de las formas más eficientes de lograr el cómo educar en determinado sentido, marca el nacimiento del pensamiento pedagógico. (Durkheim, 1992).

La educación, ha estado históricamente vinculada a las posiciones filosóficas, religiosas, sociales y políticas de los pueblos, es decir a una determinada cultura. Siendo esa cultura, la fuerza que utiliza la educación, como el medio a través del cual perpetuar sus formas de pensamiento y poder.

Los sistemas educativos más antiguos que conocemos, tienen como característica común la enseñanza de la religión y la conservación de las tradiciones. En el antiguo Egipto, las escuelas se encontraban en el templo y enseñaban religión, escritura, ciencias, matemáticas y arquitectura; el desarrollo de la educación física predominante en Persia fue el modelo educativo retomado por la antigua Grecia, en la que se valoraban además de las expresiones físicas deportivas, las matemáticas, la filosofía y la música; la cultura prehispánica dominante en México, los Aztecas ó Mexicas, tuvieron especial interés en la educación: niños y niñas eran cuidadosamente educados desde su nacimiento. Durante sus primeros años, ésta correspondía a sus propios progenitores: al padre le correspondía educar al niño, y a la madre a la niña. Concluida la educación familiar, los hijos de los nobles y sacerdotes iban al *Calmécac*, y los demás acudían al *Tepochcalli* (Campillo, 1965). Estableciendo de hecho las diferencias entre dominados y dominantes.

Así, a través de los siglos, la educación -y la escuela como espacio físico ex profeso para ello-, creó, hasta llegar a las sociedades civilizadas contemporáneas toda una trama conformada por los sistemas educativos: educadores, instituciones educativas y teorías pedagógicas, que a través de una acción planeada, consciente y sistemática educa a los individuos con finalidades que responden a una determinada cultura; la cual busca a través del pensamiento pedagógico, el cómo transmitir de forma eficiente y eficaz las experiencias e información acumuladas sobre el conocimiento, con una determinada intención.

4.2.2 La enseñanza tradicional de las ciencias en el fondo de la inequidad e injusticia

El pensamiento pedagógico buscaba y logró, ejercer una influencia decisiva en la transformación de las comunidades primitivas en sociedades divididas en clases; sirviendo como instrumento de lucha contra cualquier idea y acción movilizadora, que fuera contraria a la cultura que se buscaba reproducir. Se impulsa y genera a través de él, la separación entre quienes tendrán una formación intelectual, y las grandes masas cuya tarea no era pensar, sino el desarrollo de

habilidades físicas productivas; siendo su cometido, el lograr que la mayoría trabajadora, aceptara – pues así lo quería Dios y en el cielo se lo retribuiría -, esa condición de desigualdad: surgen para las clases sociales dominantes, las primeras escuelas en que se imparten conocimientos, en tanto que a la mayoría perteneciente a una clase diferente, se le ofrece como única forma de supervivencia, la realización del trabajo físico. (Abbagnano, 1999).

Durante este periodo (1548 y 1762) surge y se desarrolla, fundada por Ignacio Loyola, la Pedagogía Eclesiástica, cuya esencia se retoma más tarde en la Pedagogía tradicional. La Pedagogía Eclesiástica se fundamenta en una disciplina férrea e indiscutible que busca afianzar a Roma, frente a la amenaza de la Reforma protestante.

Como crítica a estas escuelas y su enseñanza, surgen en 1657 los planteamientos respecto a la enseñanza de Juan Amos Comenius, quien fundamenta la enseñanza a través de un sistema educativo integral y unitario; dotando de una estructura lógica al proceso a desarrollarse en la escuela, a través de los docentes, para lograr el objetivo de *obtener un aprendizaje satisfactorio, que permitiera incidir en la realidad y transformarla en beneficio propio y de los demás*. Se plantea por vez primera, la vinculación de la teoría con la práctica como medio de lograr una mejor vida, e incluso generar conocimiento posterior. Son estas las raíces de consideración de la escuela y el conocimiento como una vía de reposicionamiento social. (Abbagnano 1999 y Durkheim, 1992).

4.2.3 Surgimiento de los modelos pedagógicos de enseñanza de la ciencia

El pensamiento pedagógico emerge con un contenido y estructura que lo dota de un cuerpo teórico y le permite constituirse en una disciplina independiente, a partir del renacimiento; cuando el desarrollo del conocimiento científico sustenta la percepción del conocimiento como promotor de desarrollo individual y social: con lo cual la clase dominante y la burguesía -como clase ascendente-, ven en la educación y la pedagogía la forma de enseñar con un determinado sentido: una fuerza normativa capaz de impulsar el desarrollo científico y técnico que le permita perpetuar su condición de privilegio social y progreso económico. *Ibid.*

La pedagogía emerge como la posibilidad tangible de solución a la necesidad que tiene la sociedad de contar con una base teórica fuerte sobre la cual sustentar, de manera fundamental, la enseñanza reproductora de una cultura determinada; surge así, la pedagogía tradicional que comienza a fraguarse en el siglo XVIII, momento en que emerge el desarrollo social, con la aparición de las escuelas públicas “democratizadoras”, en respuesta al impulso de las posiciones políticas liberales y las revoluciones republicanas.

Si bien es en este siglo XIX cuando la pedagogía tradicional alcanza su máximo desarrollo, en realidad desde el siglo XVI y XVII encontramos críticas y propuestas alternativas a ella, siendo durante el XIX y XX cuando se plantean mayormente diversas alternativas pedagógicas a la educación, las cuales se corresponden con diferentes modelos de enseñanza. **Cuadro No.1**

De acuerdo a Gómez (2002), un modelo de enseñanza, depende, entre otros aspectos, de:

- ✓ La visión de la ciencia.
- ✓ La visión del aprendizaje: cómo los estudiantes aprenden mejor.
- ✓ La visión de cómo diseñar y organizar los procesos de enseñanza.

- ✓ La forma de secuenciar los contenidos, las actividades que deben realizarse y de su ordenación en el tiempo.
- ✓ La conveniencia o no de potenciar el trabajo en grupo o individual.

Todo lo cual define la forma en que es transmitido el conocimiento al educando y nos permite clasificar los modelos de enseñanza de acuerdo a sus características conceptuales:

Cuadro No. 1 Planteamientos pedagógicos alternativos.

Erasmus de Róterdam (1512): el conocimiento de las cosas es más importante que el de las palabras.

Francoise Rabelais (1532): sostenía que la ciencia sin conciencia no es más que ruina del alma.

Michel Eyquem Señor de Montaigne (1580): hay que educar el juicio del alumno más que llenar su cabeza de palabras.

Descartes (1640) “El método”: no admitir nada como verdadero, si no se ofrece como evidente.

Juan Amos Comenius (1657): búsqueda del conocimiento transformador de la realidad para el beneficio colectivo.

Juan Jacobo Rousseau (1762) “Emilio”: el niño aparece como centro y fin de la educación iniciando una nueva doctrina pedagógica.

Juan Enrico Pestalozzi (1774): La claridad cognoscitiva basada en la experiencia

Friedrich Fröebel (1826): la creación del jardín de infancia como el sitio donde se debía cultivar la actividad creadora del niño, la cual se manifestaba a través del juego.

John Dewey (1886): enfatiza la importancia que tiene que el educando asuma un papel activo, consciente de lo que desea aprender, en consecuencia con sus posibilidades e intereses. Es considerado el verdadero creador de la escuela activa.

María Montessori (1907): la educación es un proceso natural, llevado a cabo espontáneamente por el niño, y adquirida no al escuchar palabras, sino mediante experiencias sobre el medio.

Ovide Decroly (1907): desarrolla la teoría de los centros de interés.

Roger Cousinet (1920): propone el trabajo en equipos.

Célestin Freinet (1924): la parcela, la imprenta y la cocina como ejes constructores del conocimiento individual y colectivo.

Vygotski (1935): el desarrollo de los humanos únicamente puede ser explicado en términos de interacción social.

Jean Piaget (1955): la investigación sobre las estructuras cognitivas y las formas de aprender.

Ausubel (1963): el aprendizaje escolar puede darse por recepción o descubrimiento, como estrategia de enseñanza, y lograr un aprendizaje significativo o memorístico y repetitivo.

Modelo academicista, tradicional o enciclopedista

Durante el siglo XIX la educación, a través de la práctica pedagógica como medio para educar con un determinado sentido, se constituye en una institución social de Estado; surge así la escuela como institución insustituible que educa al individuo para alcanzar los objetivos de éste, y la pedagogía tradicional en el bastión reproductor de ese orden, cuyas características esenciales son:

- * *Se centra en el maestro y no en el alumno:* objetivos descriptivos y declarativos, que se dirigen a la tarea que el docente debe realizar, y no a las acciones que el alumno debe ejecutar. No se especifican las habilidades a desarrollar por el alumno.
- * *Enciclopedista y autoritario:* Se enseñan conocimientos y valores sociales como verdades acabadas. La relación docente alumno, es de autoridad a subordinado. La autoridad docente se construye y fundamenta en el respeto ganado por imposición, inflexibilidad y coerción, que utiliza el conocimiento para establecer una relación peyorativa. No obstante que intenta ser acumuladora, la información que es transmitida por el docente es mínima –respecto a la gran cantidad de conocimiento generado-, y al ser ésta fundamentalmente discursiva, no hay lugar a la práctica.
- * *Verbalista y pasivo:* El papel del alumno es pasivo; dirigido a la memorización enciclopedista de la información transmitida por el docente, y la repetición, sea escrita u oral, su estrategia. La realidad es estática y los contenidos desvinculados: supeditada a la memorización de la información transmitida; no toma en cuenta los conocimientos previos experienciales de quienes son sujetos del aprendizaje. Si no cuentan sus experiencias, la enseñanza se disocia del entorno social y material del alumno. No se profundiza en los mecanismos mediante los cuales se realiza el proceso de aprendizaje. La evaluación es reproductiva del discurso memorizado, no busca reflejar el análisis, razonamiento o aplicación de lo aprendido.

Modelo conductivista, de condicionamiento o pedagogía behaviorista

El conductismo, como teoría de aprendizaje, puede remontarse hasta la época de Aristóteles, quien realizó ensayos de memoria al respecto de las asociaciones que se hacían entre eventos tales como relámpago y trueno; estudios y observaciones que fueron seguidas por filósofos como Hobbs (1650), Hume (1740), Brown (1820), Bain (1855), Ebbinghaus (1885) y Black (1995). Se basa en los estudios de Skinner y Pavlov sobre el aprendizaje, que consideran que:

- * *Las respuestas a los estímulos se pueden observar cuantitativamente* ignorando la posibilidad de todo proceso que pueda darse en el interior de la mente.
- * *El entorno se concibe como un conjunto de estímulos-respuesta*, que deben ofrecer al alumno los medios para llegar al comportamiento esperado, con objeto de verificar su obtención. No existe sin embargo, garantía de que el comportamiento externo se corresponda con el mental.
- * *Se concentra en el estudio de conductas que se pueden observar y medir* como patrón de estímulo-respuesta, y el uso de estímulos reforzadores para lograr la conducta deseada.

El modelo constructivista y cognitivo

Retoma el pensamiento de diversos autores como Freinet, Vygotski, Piaget y Ausubel; igualmente se encuentran presentes las ideas originales del año 1657, emitidas por Juan Amos Comenio, pues todos las retoman.

- * *Se centra en el alumno y no en el maestro:*
- * *La enseñanza no es la simple transmisión de conocimientos a memorizar, sino una actividad organizada metodológicamente, para que los alumnos construyan su saber. Privilegia las actividades realizadas por los estudiantes, que aprenden a través de las acciones pedagógicamente organizadas para ello.*
- * *Los errores son experiencias sobre las cuales reflexionar para crear su aprendizaje; aprendiendo tanto al registrar nuevas experiencias y conocimientos, como al construir la propia estructura cognitiva.*
- * *La construcción del conocimiento se genera entre el educador y el educando por medio del diálogo metodológicamente impulsado con esa intención; con base a la selección problematizadora de saberes, y abriendo los conceptos al debate y consenso.*
- * *La evaluación sirve para comprender las razones de las dificultades y errores de los alumnos y se diferencia claramente de la calificación. Se busca que sea formadora, de tal manera que el alumno sea consciente de su aprendizaje y de los objetivos que va a alcanzar. La evaluación final o calificación, se relaciona con el reconocimiento de las capacidades del alumno para superar sus errores y para aplicar el conocimiento a la interpretación de situaciones, o a la resolución de problemas no repetitivos.*
- * *Concibe al docente como un profesional autónomo que investiga reflexionando sobre su práctica.*

4.3 Exploración de diferentes posturas frente al problema de la enseñanza de la ciencia para el desarrollo, y propuesta de enseñanza que se hace.

4.3.1 Ciencia y conocimiento

El hombre ha acumulado experiencias, y obtenido conocimientos sobre la base de las mismas desde tiempos inmemoriales; siglos antes de que la ciencia empezara a constituirse y ser reconocida como una institución: así aprendió mediante prueba y error de cuáles plantas se podía alimentar, y cuáles le hacían daño, curaban o envenenaban. La transmisión de estos conocimientos de generación en generación fue la forma en que la humanidad preservó la acumulación de los mismos, y constituyen las raíces más profundas de la ciencia, pero no fue sino hasta que el hombre pudo organizar y sistematizar dichas experiencias y conocimientos, que inicia el desarrollo de un método de conocimiento diferente al de la transmisión y aplicación del “sentido común” (Bernal, 1979).

La ciencia constituida como un cuerpo colectivo y organizado, que desarrolla conocimientos

científicos, es muy reciente dentro de la historia de la humanidad, y el modelo de ciencia no siempre ha sido el mismo; éste ha cambiado a través del tiempo, en respuesta a nuevos conocimientos. La ciencia es entonces una construcción dialéctica del conocimiento en todo su amplio sentido: cualitativa y cuantitativamente, puesto que es el conocimiento y comprensión de los fenómenos cualitativos, lo que produce y posibilita la realización y entendimiento de los cambios cuantitativos.

Hemos visto como la enseñanza de esta ciencia ha estado a lo largo de la historia humana, influenciada por las diferentes formas de pensamiento dominantes en cada época, y cómo de forma sistemática, consciente y planificada ha sido y es, desde hace varios siglos, la herramienta por medio de la cual; si bien se busca el cómo transmitir de forma eficiente y eficaz las experiencias e información acumuladas sobre el conocimiento, también es cierto que se busca igualmente reproducir una determinada cultura y finalmente, el poder inherente a esa cultura.

Siendo la enseñanza de las ciencias parte medular de las interrogantes de investigación de este trabajo, y por tanto del problema a tratar, comprender qué es ciencia y qué se considera conocimiento científico resulta fundamental, y para ello, la filosofía de la ciencia, al ofrecernos conocimientos diversos e incluso contradictorios sobre las diferentes conceptualizaciones o modelos de ciencia -según las diversas corrientes y escuelas a lo largo del tiempo-, constituye una herramienta útil para este propósito. Una de estas corrientes es la epistemológica, la cual al establecer las pautas para justificar los conocimientos, relacionando las teorías científicas con los fenómenos, nos ofrece entonces una guía para enseñar a pensar científicamente.

a) *El modelo de ciencia*

El modelo filosófico de la ciencia, heredado del “Círculo de Viena” y denominado positivismo lógico –el cual aún perdura-, plantea que lo válido de la ciencia es el conocimiento teórico matematizado y obtenido por medio del método hipotético-deductivo a partir de la experimentación. Siendo el método científico la garantía de racionalidad científica que valida la obtención del conocimiento de forma rigurosa y experimental.

Sin embargo, observaciones subsecuentes sobre el desarrollo de la actividad científica (Kuhn, 1973; Laudan, 1984; Lakatos, 1983), dejaron claro que en la obtención de los conocimientos considerados científicos, no siempre los científicos aplican rigurosamente el método científico – El planteamiento sobre las órbitas estacionarias del modelo atómico de Rutherford ó Luís De Broglie y la dualidad materia-energía, como ejemplos de ello -, así como que la emergencia de las ideas científicas, no se adapta a los modelos de ciencia que pretendían mostrarla como prototipo de actividad racional; pues la forma cómo se establece la validez y la científicidad, mediante la asociación de números a objetos de conocimiento según ‘reglas’ a partir de las cuales la causalidad se acepta o rechaza, cuando en la realidad no todo es observable, ni tampoco y por tanto medible bajo estas ‘reglas’ - tal y como es el caso de los hechos sociales -, es por lo tanto cuestionable.

Esto permitió evolucionar a modelos inclusivos de lo social e histórico; dejando de considerar a la ciencia como al conjunto de conocimientos organizado y validado que explican cómo es el mundo en que vivimos, para en su lugar, dar paso a la concepción de ciencia como una *actividad humana compleja*; emergiendo en consecuencia nuevos modelos de ciencia, que plantean una racionalidad moderada, contextual o hipotética para explicar cómo impulsan los científicos el proceso de creación científica. (Newton-Smith, 1987; Chalmers, 1984, 1992).

En este nuevo modelo se destacan los aspectos humano, tentativo y constructivo de las ciencias; tarea a la cual han contribuido las ciencias cognitivas (la neurociencia, la lingüística y la psicología cognitiva), con objeto de estudiar el origen y funcionamiento del conocimiento humano.

Para Morín (1970), el estudio y conocimiento de cualquier aspecto de la experiencia humana ha de ser por necesidad, multifacético; por lo que si bien la mente humana no existe sin cerebro, tampoco existe sin el conjunto de tradiciones familiares, sociales, genéricas, étnicas y raciales, pues somos sólo mentes encarnadas en cuerpos y culturas, para las que el mundo físico es un mundo entendido por seres biológicos y pluriculturales, que sólo puede ser explicado científicamente desde la transdisciplina. **Cuadro No. 2**

Resulta por ello indispensable, que el investigador educativo comprenda estas diferencias para abordar su objeto de estudio desde una perspectiva que le permita incluir variables que aplicando una metodología estrictamente positivista quedarían fuera, o simplemente no se contemplarían, pero que en realidad sí existen y están presentes afectando a su objeto de estudio. Al no tomarlas en cuenta, la interpretación de sus resultados puede conducirle a errores o apreciaciones incompletas. (Maslow, 1970).

Cuadro No. 2

Corrientes epistemológicas		
Positivismo lógico o neopositivismo	Todo concepto no lógico o no matemático puede reducirse a enunciados "observacionales".	Círculo de Viena (Kart Gödel, Rudolf Carnap)
Racionalismo crítico	Una teoría es científica si, pudiendo ser refutada por la experiencia, aún no lo ha sido ("falsacionismo"). Para tener carácter científico, una hipótesis ha de poder ser confrontada con la realidad, de lo contrario carece de dicho carácter y queda fuera del ámbito de la ciencia.	Karl Popper
Teoría de las revoluciones científicas	La ciencia no es un mero sistema teórico de enunciados que se desarrollan en la mente de los científicos sino una actividad de la <i>comunidad científica</i> . El desarrollo histórico de cada ciencia supone la existencia para esa comunidad de un "paradigma" (conjunto de creencias, valores y técnicas compartidos). La ciencia progresa por acumulación bajo un paradigma, en tiempos de <i>normalidad</i> , y por <i>revoluciones</i> , cuando un paradigma es reemplazado por otro.	Thomas Kuhn
Teoría de la complejidad	La patología de la razón es la racionalización, que encierra a lo real en un sistema de ideas coherente, pero parcial y unilateral, y que no sabe que una parte de lo real es irracionalizable, ni que la racionalidad tiene por misión dialogar con lo irracionalizable.	Edgar Morín

b) *La enseñanza de la ciencia*

“Al escribir su Didáctica Magna, Comenio contribuyó a crear una ciencia de la educación y una técnica de la enseñanza, como disciplinas autónomas”
Jean Piaget.

Según San Martí (1997), la enseñanza de la ciencia debe concebirse como actividad científica, y para ello, debe tener *la meta, el método y el campo de aplicaciones adecuados al contexto escolar*, conectando con los valores del alumnado y con el objetivo de la escuela -que es promover la construcción de conocimientos y hacerlos evolucionar-.

Para Izquierdo (1999), la didáctica de las ciencias es la ciencia de enseñar ciencias y por ello uno de sus fundamentos teóricos es la reflexión -hecha desde la filosofía de la ciencia-, acerca de ¿qué es la ciencia?, con objeto de apreciar, tanto la aportación de las ciencias, como la de los procesos de construcción de conocimientos al proceso de aprendizaje.

Giere (1988; 1992), plantea que el modelo cognitivo de ciencia muestra, que el proceso mediante el cual se construyen los conocimientos, no es radicalmente diferente del de otras elaboraciones humanas con las cuales se da significado a los acontecimientos que se quieren controlar; pudiendo estar éste al alcance de todos aquéllos que quieren saber cómo funciona el mundo y cómo intervenir en él. Este modelo destaca los aspectos psicológicos y sociales que son el origen del pensamiento científico experimental, a partir del cual es posible después, el razonamiento y la justificación teórica.

Según Echevarría (1995), la actividad científica se desarrolla en cuatro ámbitos: la innovación o descubrimiento, la evaluación o justificación, la enseñanza y la aplicación; siendo precisamente en la enseñanza donde se consolidan los conocimientos científicos normativos, los que cada generación considera imprescindibles para que los jóvenes puedan llegar a incorporarse al grupo disciplinar. Así, también la escuela, siendo normativa y precisamente porque lo es, es un contexto de actividad científica.

Entonces, *¿En qué consiste enseñar ciencias?* Podríamos responder a esta pregunta diciendo que es el conjunto de acciones que promueve el profesorado para favorecer el proceso de *modelización* que realiza el alumnado con la finalidad de “dar sentido” a los hechos del mundo (Izquierdo et al., 1999); sentido que ha de tender a ser coherente con el conocimiento científico actual. Los modelos son entidades abstractas con las que se piensa y cuya conexión con los fenómenos es sólo hipotética. *“El ajuste modelo-realidad no es global, sino sólo relativo a aquellos aspectos del mundo que los modelos intentan capturar”* (Giere, 1999:64).

Desde este punto de vista, *aprender y enseñar ciencia es llevar adelante una actividad en la cual la experimentación, las representaciones imaginarias, su interpretación social y la discusión sobre ellas, se entrecruzan para lograr la construcción de modelos explicativos*; mismos que han de ser coherentes con los hechos. Así, a partir del estudio de situaciones surgidas de la realidad y transformadas en problemas para los alumnos, éstos expresan sus ideas y el profesorado les ayuda a ponerlas en funcionamiento, promoviendo la discusión sobre aspectos que a su juicio son relevantes en relación al modelo o teoría científica de referencia (Freinet, 1949).

Aprender ciencias, implica entonces aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de emocionarse en relación a ellos, todo de forma simultánea (Arca et al., 1990).

c) *La crisis de la ciencia y el surgimiento de la educación ambiental y su enseñanza*

La publicación en 1962 del libro “Una primavera silenciosa”, de Rachel Carson, provocó una inmensa controversia sobre el uso de los pesticidas químicos, al alertar al público sobre los peligros asociados a su uso; mediante la documentación acuciosa de una gran cantidad de efectos dañinos de los pesticidas al ambiente, demostrando cómo éstos en realidad causaban más daño que las plagas mismas que se buscaba erradicar, y no tantos beneficios como se creía, e incidiendo en el escaso conocimiento que se tenía sobre los efectos de su uso a largo plazo, en el ambiente y en los humanos.

La controversia pública generada, no sólo contribuyó en el tiempo, al establecimiento de una legislación ambiental y de agencias del gobierno que regulan estos químicos en los E. U. A., sino que lo realmente importante fue que ilustró e hizo evidente la interrelación existente entre los organismos vivos, ayudando a comprender que los humanos no son ni están separados de la naturaleza, sino ligados a La Tierra, como parte de un conjunto interconectado en todo nivel que constituye la vida.

Luego de la publicación de “Una primavera silenciosa”, en 1968, se reunieron en la ciudad de Roma 35 científicos, investigadores y políticos, provenientes de 30 países diferentes; el objetivo de su reunión fue el de discutir sobre los cambios que se estaban produciendo en el Planeta a consecuencia de las actividades humanas, y los productos a corto plazo de esta reunión fueron, la conformación legal del “Club de Roma” que agrupa a especialistas ambientales a nivel mundial y la publicación de su “Informe sobre los límites del desarrollo”, el cual impulsó el inicio de diversos movimientos ecológicos y ambientales.

A consecuencia de estas dos publicaciones, se empieza a pensar y discutir primero, sobre la necesidad de una educación ecológica, y posteriormente, de una educación ambiental, pues empezó también a cambiar la concepción de ciencia y por ende de escuela y sociedad; se comenzaba a vislumbrar que el progreso continuo pregonado por la ciencia, era más un mito que una realidad alcanzada, quedando claro que:

- * La ciencia y la tecnología no eran la solución a todos los problemas y sí por el contrario, eran las causantes de varios de los problemas sociales y ambientales cuya existencia ya se percibía.
- * La ilustración, cuya acumulación de conocimientos debía permitir el acceso a una mejor calidad de vida y generar valores sociales como la democracia, la equidad y la justicia, no cumplía su cometido.
- * La acción educativa al interior de la escuela no era una vía para, a través del conocimiento, acceder a una mejor vida; sino un instrumento de adecuación y selección de individuos, cuya finalidad es reproducir los conocimientos y valores de una determinada cultura para asegurar la continuidad del poder fáctico.

En 1971, se reúnen en París representantes de diversos países y organismos internacionales como la FAO, la OMS, la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) y la UNESCO, y elaboran un proyecto-estrategia con el objetivo de: *“proporcionar los conocimientos de ciencias naturales y sociales necesarios para la utilización racional y la conservación de los recursos de la biosfera, y para el mejoramiento de la relación global entre el hombre y el medio, así como predecir las consecuencias de las acciones de hoy, sobre el mundo del mañana, y aumentar la capacidad del hombre para ordenar eficazmente los recursos naturales de la biosfera”* (UNESCO, 1971).

El 5 de junio 1972, durante la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de Estocolmo, se instituye la educación ambiental como uno de los elementos vitales ante la crisis del medio ambiente: *“Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de población menos privilegiado”* (Principio 19 ONU, 1972). Fecha que queda señalada mundialmente como el Día Internacional del Medio Ambiente.

En 1975 se realiza el Seminario Internacional de Educación Ambiental, y se publica “La Carta de Belgrado”, en la que se establecieron los principios y directrices para el desarrollo de la Educación Ambiental del programa de las Naciones Unidas, cuyas premisas fundamentales son:

- * Toma de conciencia.
- * Adquisición de conocimientos básicos.
- * Cultivo de actitudes.
- * Adquisición de destrezas.
- * Fomento de una capacidad crítica.
- * Fomento a la participación ciudadana.

Pero **¿qué es la educación ambiental?** La UNESCO (1987); definió durante el Congreso Internacional de Moscú, a la educación ambiental como un *proceso permanente en el que los individuos y la colectividad toman conciencia de su entorno y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad que les permitirán actuar, individual y colectivamente, para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente.*

En tanto que a nivel nacional, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) entiende por educación ambiental al proceso educativo formal y no formal que busca generar educación, conciencia y cultura ambiental, reflejada en actitudes, aptitudes, valores y conocimientos, hacia el desarrollo sostenible.

Los objetivos quedaron declarados a partir de su fundamentación durante la reunión de la ONU en Belgrado: "La educación ambiental, a largo plazo y en sentido amplio debe lograr que la población mundial tenga conciencia del medio y se interese por él y por sus problemas y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación y deseo necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo" (Carta de Belgrado, 1975).

Entre sus propósitos se encuentra el de formar, a través de procesos educativos permanentes, una población consciente y preocupada -tanto por el medio ambiente, como por los problemas relacionados con él, y que comprenden al hombre-, con conocimientos, principios, valores y herramientas que le permitan resolver los problemas actuales y enfrentar los futuros. Queda claro

por tanto, que para la educación ambiental no basta con la simple obtención y memorización de la información; con lo cual marca de inicio, una clara línea de separación con el modelo de enseñanza tradicional.

Sin embargo, a casi cuarenta años de distancia -con el debate aún abierto entre la postmodernidad y la complejidad-, si bien estos son temas en los que se ha profundizado y cuya difusión se ha ampliado; no por ello están resueltos, y sí por el contrario se expresan cotidiana y contradictoriamente en todo ámbito de la sociedad a través de lo que decimos, en contraste con lo que hacemos o permitimos que se haga:

- * Se reconoce la gravedad del problema ambiental y se denuncia el uso indiscriminado de los recursos naturales, pero a la vez se defiende y sostiene el progreso científico y tecnológico basado en su sobreexplotación.
- * Se dice que la educación es lo más importante; que es una inversión para el futuro, pero se le escatima la asignación presupuestal sin que nadie proteste fehacientemente por ello.
- * Se dice impulsar la formación de valores, mientras lo que se vive cotidianamente es el fraude antidemocrático, la inequidad, la intolerancia, la violencia, la injusticia y la ausencia de respeto a toda diversidad.
- * Se dice querer construir capacidades, competencias, pero no se reconoce que éstas *llevan implícita la formación primaria de valores en los educandos*, ni se trabaja en ello para hacer realidad su formación.

Dichas inconsistencias se encuentran presentes, de acuerdo a Novo (1995), incluso en los documentos oficiales; en los que la educación se considera como una *inversión económica fundamental para el desarrollo de la creatividad, de la productividad y de la competitividad* (UNESCO, 1992). Igualmente en el capítulo 36 del programa 21 parece darse más importancia a la extensión de la información y, por tanto, a la cantidad, mientras que el Foro Global de las ONG (1993) pone énfasis en la calidad de la educación, en el carácter de construcción social del conocimiento, en el concepto de *equidad* como contraposición a un más superficial concepto de *igualdad*.

Esto lleva a la ONU a reconocer que a pesar de todas las declaraciones, no hay avance sustancial en el desarrollo de los pueblos, pues no existe la educación requerida para ello, y llama a la realización de un esfuerzo mundial para *educar para el desarrollo: 2005-2014 LA DÉCADA DE LA EDUCACIÓN POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE*. (ONU, 2002).

4.3.2 La educación y enseñanza de la ciencia para el desarrollo

Hace ya siglos que la enseñanza, como actividad cognitiva organizada se desarrolla a través de la educación institucionalizada en el aula escolar; existiendo sin embargo también fuera de ella, diversas actividades de enseñanza de la ciencia que se realizan hoy en día, pero ¿qué diferencia existe entre educación y educación ambiental?

Como ya hemos visto, la educación tradicional tiene – y ha tenido a través de la historia del hombre-, como finalidad social, el afirmar la tradición, el orden establecido y el conservadurismo.

En cuanto a su concepción filosófica sobre la persona, establece el conformismo a un modelo ya asentado y la sumisión al orden establecido; en tanto que respecto a sus objetivos pedagógicos, se organizan metas para la formación de la persona bien integrada en esa sociedad, que son previamente establecidas por medio del desarrollo de los conocimientos.

En contraste, para la *nueva escuela* de Celestine Freinet (1949), la educación activa es el desarrollo pleno y la elevación del espíritu, no la acumulación de conocimientos o la domesticación; tampoco el acondicionamiento del niño.

Educación y enseñanza son para Unamuno, “la acción misma de edificar humanamente a la juventud, de hacer de ellos *hombres*, a través de la búsqueda de la verdad y la pasión por ésta, del conocimiento y la lucha con uno mismo; del despertar espiritual y la prosperidad material de un país y del misterio que encierra el destino final del hombre y su mundo” (Robert, 1985).

Desde la perspectiva pedagógica de Antón Makarenko (1959), la educación debe armonizar los intereses sociales, con los particulares que tienen los alumnos; involucrando a éstos en la búsqueda de soluciones a los problemas cotidianos.

La educación, como la concibe hoy el movimiento de la Escuela Moderna de Pedagogía Freinet (Legrand, 1993), tiene por objeto contribuir a la formación completa del ser humano mediante la aportación de conocimientos, habilidades, destrezas, valores, actitudes, creencias y formas de actuar.

Para Morín (1990), la realidad es compleja y las formas que hemos utilizado para acercarnos a ella y estudiarla, ofrecen sólo la visión parcial que corresponde a la óptica unidisciplinar a través de la cual la percibimos reducida. Por ello, el conocimiento de la realidad en toda su complejidad, requiere de la integración de aportes desde diversas áreas y perspectivas del saber que nos permitan comprender los aspectos varios del mismo, para relacionar e integrar sus diferentes partes y disminuir la incertidumbre del conocimiento de esa realidad en toda su amplitud; es decir, logrando conocerla un poco más, relacionando lo que está separado, pero a la vez reconociendo lo particular y concreto para integrar todos los aspectos físicos, sociales y culturales que conforman esa realidad y nos remiten al ser humano como totalidad.

Sin embargo, “la proliferación actual de las disciplinas académicas y no académicas conducen a un crecimiento exponencial del saber que hace imposible toda mirada global del ser humano”. Por ello, “sólo una inteligencia que dé cuenta de la dimensión planetaria de los conflictos actuales podrá hacer frente a la complejidad de nuestro mundo y al desafío contemporáneo de la autodestrucción material y espiritual de nuestra especie” (Morín, 1994).

La complejidad de la dinámica cultural, social y económica actual, debe ser entonces entendida como la intervención y confluencia de diversos factores y elementos que interactúan y que no son reductibles ni aislables unos de otros. Esto significa que la realidad social, no pudiendo ser reducida su descripción y explicación a simples sumas de diversos enfoques parciales de los especialistas, es entonces de por sí interdisciplinaria, pues no hay fenómenos que hoy tengan o puedan tener una equivalencia y adscripción exclusiva con alguna disciplina social (García, 1994).

Así, la crisis ambiental actual implica una problemática que tiene que ver no sólo con las relaciones que establecen los seres humanos con la naturaleza sino entre ellos mismos, haciendo que los problemas fundamentales sean planetarios y atañen a la sociedad en su conjunto, a sus formas de

organización y su cosmovisión; por ello, la solución a la misma es responsabilidad de todos, y en el logro de ese objetivo *el trabajo educativo interdisciplinario ocupa un papel primordial como estrategia para el logro de una educación ambiental*, que permita construir nuevas formas de interacción social y de cultura ciudadana, que propicien la creación de una nueva ciencia ambiental y rescate el respeto del humano hacia toda forma de vida (Morín, 1993).

Gómez *et al* (2004), plantean que cuando se habla de educación ambiental, se requiere comprender que educar para la sustentabilidad es un objetivo que va más allá de una materia, o conjunto de ellas en el currículum. Que no se trata de reproducir formas centradas en la técnica, sino una invitación al debate y a la reflexión sobre el tipo de tecnología y organización social que permitan a la gente vivir en armonía unos y otros con el medio natural.

Que crear conciencia ambiental en la sociedad, supone educar para el cambio de comportamientos individuales y colectivos, lo cual implica una transformación que afecta el estilo de vida individual en el consumo, la salud, el civismo y la igualdad, y posibilita por tanto, para el ejercicio de la democracia como vía de construcción de una misma escala de valores. Esto, desde la perspectiva educativa, supone afrontar el reto de ofrecer la vivencias de modelos educativos alternativos, que permitan cambiar las actitudes y comportamientos, a la vez que analizar la incongruencia presente en la sociedad entre los valores existentes y aquellos que se requieren formar, para esa nueva acción educativa que nos permita garantizar el desarrollo sustentable de forma sostenida en el tiempo.

Este nuevo enfoque requiere entonces de un cambio de perspectiva que sea asumido en forma global mediante modelos de actuación y de consumo que hagan posibles nuevos modelos sociales, porque la contaminación, la devastación, la degradación y la pérdida de recursos naturales, no son problemas que se puedan resolver tecnológicamente -aunque la ciencia puede ayudar- con los valores predominantes actuales, basados en la competencia, la falta de solidaridad, la uniformidad o la jerarquización, regidos por el mercado. (Novo, 1995; Gutiérrez, 1995; Pardo, 1995 y García, J. E. 2000 y Gómez *et al*, 2004).

Planteamientos todos que, a excepción del primero -que corresponde a la educación tradicional-, no sólo nos permiten acercarnos desde el aula, al concepto de educación ambiental de la UNESCO (1987), como un “*proceso permanente en el que los individuos y la colectividad toman conciencia de su entorno y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad que les permitirán actuar, individual y colectivamente, para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente*”; sino que la sustentan, y son por tanto tomados como base para la propuesta posterior que se hace, retomando para ello también, las premisas fundacionales de la Carta de Belgrado (1975): toma de conciencia, adquisición de conocimientos básicos, cultivo de actitudes, adquisición de destrezas, fomento de una capacidad crítica y fomento a la participación ciudadana, para proponer el cómo construir, a través de la enseñanza, esa educación que cumpliendo con los objetivos descritos, sirva al propósito de educar para el desarrollo.

4.3.3 En síntesis

Si como ya vimos Arca (1990), plantea que aprender ciencias, implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de emocionarse en relación a ellos, todo de forma simultánea; la pregunta inmediata es ¿Hacia dónde dirigir el cambio?.....

El planteamiento que aquí se hace es dirigir el cambio hacia la sostenibilidad, lo cual implica entonces trabajar, coincidiendo en ello con Núñez (2000), en el marco de una concepción de la ciencia ligada a la teoría social y no al margen de ella.

Por otro lado, en este trabajo se fundamentó desde la introducción, el por qué la educación que requerimos, y por tanto la enseñanza de la ciencia que debemos practicar, para construir el desarrollo sostenible, debe ser una enseñanza que permita al individuo:

- * *Construir*, a través de la integración interdisciplinaria desde diversos campos del saber, conocimiento útil para abordar y plantear soluciones a los problemas complejos, desde perspectivas multicausales e interdependientes; coadyuvando al reconociendo de los valores naturales y culturales para revalorar lo pequeño y descentralizado, a la vez que en consecuencia, se asume el protagonismo de construcción del propio proceso de desarrollo.
- * *Entender* que las divisiones disciplinares de la ciencia, tienen un útil valor metodológico, pero que no por ello podemos dejar de observar y reconocer que en la realidad, no existen problemas simples ni aislados, y que por tanto, no es posible el abordarlos desde la visión parcial y aislada de las divisiones unidisciplinares.
- * *Comprender* que la única constante en La Naturaleza, es el cambio.
- * *Asumir* la existencia de los límites de crecimiento que la naturaleza impone.

Plantear el cómo se cree que se puede enseñar ciencias para lograrlo y aportar ejemplos de cómo se intentó hacerlo –ejemplificando para el recurso suelo-, es la tarea que se emprende a continuación.

4.4 Propuesta de enseñanza interdisciplinaria de las ciencias de orden ambiental

“Que la imaginación, en tiempo de crisis, sea más importante que el conocimiento”
Albert Einstein.

En los capítulos anteriores se revisaron los hechos, conceptos y fundamentos que llevan a la concepción de una educación para el desarrollo, también las diferentes concepciones de ciencia y modelos de enseñanza; ahora, se retoma la interrogante de investigación fundamental de este trabajo: ¿Cómo puede contribuir la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia a generar en el niño o niña de hoy, interés genuino por el estudio y el conocimiento de la ciencia en general, y por la conservación de los recursos naturales en lo particular?, profundizando primero en aquellas características que considero de mayor peso específico para una enseñanza de la ciencia de orden ambiental: la *complejidad*, la *interdisciplina* y la *creatividad*, para a continuación plantear en qué consiste la propuesta que se hace.

a) *Complejidad, interdisciplina y/o transdisciplina*

«Lo complejo debe ser concebido como elemento primario existente. De donde resulta que hace falta de entrada, examinar lo complejo en tanto que complejo es, y pasar luego de lo complejo a sus elementos y procesos elementales.»

George Lukacs

“**¿Qué es la complejidad?** A primera vista la complejidad es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: que presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre..... De allí la necesidad para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar..... Pero tales operaciones, necesarias para la inteligibilidad, corren el riesgo de producir ceguera si eliminan los otros caracteres de lo complejo” Morín (1970), al ser estos vistos e intentar comprenderlos desde la unidisciplina.

Siendo lo complejo, aquello que no puede resumirse en una palabra maestra, que no puede retrotraerse a una ley, y que no puede reducirse a una idea simple; el término complejo no puede entonces reducirse a la idea de complejidad, retrotraerse a una ley de complejidad, ó reducirse a la idea de complejidad. La complejidad no es definible de forma simple; *la complejidad es una palabra problema y no una palabra solución*; que lleva implícita en su seno confusión, incertidumbre y desorden –entropía-.

A lo largo de todo lo aquí escrito, se ha hablado ya de que un desarrollo integrado -como debe serlo el desarrollo sostenible-, debido a su complejidad, requiere del pensamiento y la acción interdisciplinaria para reflexionar y analizar los problemas con objeto no sólo de conocer el mundo, sino igualmente de actuar responsablemente sobre de él.

Esto así se reconoce en La Carta de Belgrado -en el punto 3 (1975)-, en la cual se enuncian las directrices Básicas de los Programas de Educación Ambiental y se reconoce explícitamente que: “La Educación Ambiental debe adoptar un método interdisciplinario”.

Por otro lado, parte medular al desarrollo sostenible es, como ya se vio, el reconocimiento de la no existencia de soluciones únicas, lo que a su vez nos lleva entonces a la multiplicidad de visiones, interpretaciones, propuestas y respuestas posibles, al respecto de un mismo tema, problema o planteamiento; ya que tampoco existen ni se tienen, verdades absolutas, sino únicamente creamos aproximaciones a ellas, que son nuestra “mirada” desde la parcialidad de la interpretación disciplinar, por lo que en realidad, distintas visiones pueden ser complementarias y resultar en una mejor y más completa visión, al aportar diversas perspectivas desde puntos de observación disímiles. El reconocimiento de las mismas debiera complementar y no enfrentar la visión y conocimiento del mundo, nos dice Morín, (1970).

Sin embargo, como señala Barbero (2005), el planteamiento interdisciplinario involucra una ruptura

epistemológica -que no es fácil de aceptar y construir en la práctica cotidiana-, al trasladar conocimientos y métodos de una disciplina a otra, lo que afecta el estatuto normativo de lo disciplinario y por tanto, perturba el funcionamiento de la disciplina: dado que el pensamiento y la práctica de la interdisciplinariedad se corresponde con un cambio de pensamiento del orden epistémico-metodológico y ya no sólo del orden de la información.

Queda así planteada la actual disyuntiva existente: enseñar ciencias asumiendo una visión de la ciencia desde el pensamiento unidisciplinar ó desde el pensamiento complejo y por tanto pluridisciplinar. ¿Desde cuál visión del mundo asumir nuestra posición como investigadores y docentes al enseñar ciencias?, ¿Cuál asumir, cuando se plantea el educar para sostenibilidad?

En otras palabras, **¿Cómo abordar la complejidad de una forma no-simplificadora?**

Para comprender el problema de la complejidad, hay que entender, antes que nada, que hay un paradigma de simplicidad. Que si bien el objetivo del conocimiento científico ha sido durante mucho tiempo, la de disipar la complejidad de los fenómenos, disgregándolos a fin de revelar el orden simple al que obedecen, esta simplificación no ha generado elucidación suficiente.

Que en contraste, el pensamiento complejo busca articular dominios disciplinarios –mediante la práctica de la interdisciplina y la transdisciplina-, y aspira al conocimiento multidimensional, sobre la base de tres principios básicos: *la incompletud*, *la incertidumbre* y *el reconocimiento de los lazos entre las entidades que nuestro pensamiento debe necesariamente distinguir*, más no aislar entre sí.

Comprender que el pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista, y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento; buscando así superar el planteamiento simplificador unidisciplinario, por un ejercicio interdisciplinar y transdisciplinar.

Donde la interdisciplina es entendida como una relación entre disciplinas, desde cuyas perspectivas se intenta visualizar, analizar e interpretar para conocer y/o resolver determinada cuestión; conservando sin embargo cada disciplina sus fronteras. Sin embargo, esto si bien es un avance frente a la visión unidisciplinar, no es suficiente para la comprensión cabal de los sistemas complejos.

Al respecto y de acuerdo a Novo, 2006, “Un proceso es interdisciplinario cuando en él se produce una cooperación articulada desde diferentes perspectivas para la interpretación y/o solución de cuestiones concretas, de orden intelectual o práctico”.

En tanto que “La transdisciplinariedad no es lo contrario de las disciplinas sino complementaria a ellas; siendo la riqueza de saberes que han producido las distintas disciplinas, lo que ha permitido y exigido dar un salto hacia delante, pasar a un pensamiento transdisciplinario” Barbero (2005).

Transdisciplinar es pues un movimiento no de mera descentralización del pensamiento, sino de *descentramiento* de lo disciplinar. La transdisciplina quiebra y abre las disciplinas, las desborda por el establecimiento de relaciones no sólo entre ciencias exactas y ciencias humanas o sociales, sino de las ciencias con las artes, con la literatura, con la experiencia común, con la intuición, con la imaginación social; ofreciéndonos por lo tanto un marco invaluable para abordar la complejidad inherente a los sistemas vivos que habitamos el sistema Tierra, inmerso en un sistema planetario.

b) *Creatividad*

*El secreto de la creatividad, está en dormir bien y
abrir la mente a las posibilidades infinitas,
¿Qué es un hombre sin sueños?
Albert Einstein.*

Enseñar ciencias, forma parte de los procesos del educar, y educar *hoy*, y para la preservación del medio ambiente, significa formar humanos capaces de “tomar decisiones” autónomas respecto a los problemas ambientales en el seno de una comunidad”, en vez de “actuar” frente a los problemas ambientales con procedimientos preestablecidos por otras personas o grupos” (Sanmartí, 1999), todo lo cual requiere indispensablemente de, a través de la educación: desarrollar la capacidad para *crear respuestas, innovando soluciones* para resolver problemas inéditos. Es decir, *educar para el cambio hacia la sustentabilidad sostenida en el tiempo*.

Se ha hablado ya acerca de que una educación para la sostenibilidad es aquella que “contribuye a la formación completa del ser humano mediante la aportación de conocimientos, habilidades, destrezas, valores, actitudes, creencias y formas de actuar”, la que busca “educar para el cambio de las ideas sobre lo que acontece a nuestro alrededor y sobre todo, para el cambio de nuestras maneras de actuar”; es decir, la educación cuya meta es “educar para el cambio de los comportamientos individuales y colectivos; lo que implica también un cambio en la cultura colectiva que afecta la forma de pensar, sentir y actuar” (Gómez y Reyes-Sánchez, 2004).

Se trata entonces de educar de una forma diferente, *innovando en el proceso educativo* a través del desarrollo de la *creatividad* docente para así lograr desarrollar la del alumno; es decir, de enseñarlo a ser creativo, siéndolo *su* maestro en la realidad cotidiana del aula.

Los estudios sobre creatividad giran alrededor de dos preguntas: ¿Por qué ciertas personas cuando se enfrenta a problemas, tienen ideas claras, imaginan soluciones, las inventan o las descubren y otros no? ¿Qué se puede hacer para ayudar a la gente a ser creativa cuando se enfrenta a los problemas? Es Mayer (1998), quien plantea que resolver problemas reales, requiere de una buena dosis de conocimientos sólidos, pero también de *creatividad*.

La creatividad presenta grandes paralelismos, pero a la vez, grandes diferencias con la inteligencia. Las personas son creativas cuando pueden resolver problemas, crear productos o plantear cuestiones en un ámbito definido y de forma novedosa. La inteligencia, igualmente puede resolver problemas y crear productos, sin embargo, la creatividad incluye una categoría adicional, la de plantear *soluciones nuevas*, lo que no se espera de alguien que sea *únicamente inteligente* (Garanderie 1990).

La persona creativa hace “algo” que es nuevo y que resiste la prueba de fuego: la aceptación final de su novedad (Gardner, 2001).

En el lenguaje cotidiano se dice de la persona *creativa* que ésta tiene *imaginación*, que es muy *original*, que tiene *una forma particular de enfocar las preguntas* y de *reaccionar frente a los acontecimientos*, lo cual conduce a pensar que estas cualidades son características de un individuo; es decir, que le son innatas.

Los matices y validez de estos juicios representan para los interesados en la docencia, según

Garanderie (1990), retos y puntos de reflexión, ya que es un hecho que hay personas que han llegado a ser considerados ‘genios’ mediante el desarrollo de cualidades que *cultivaron* con método y perseverancia. Esto significa que esas personas fueron producto de su voluntad para desarrollar dichas cualidades, y no de dones que ellos hayan heredado: Luís Pasteur como un magnífico botón para ejemplo; lo cual significa que a ser creativo y a imaginar para lograr serlo, se puede aprender y por tanto, enseñar.

Según Prausnitz (1997), “Un acto creativo es aquél donde dos ideas o conceptos, que se creían totalmente independientes, se muestran por primera vez muy relacionados como dos aspectos de algún concepto o idea unificadora, más general”.

Esta definición tiene numerosos ejemplos: la complementariedad de la espectroscopia y la mecánica cuántica, debida a Niels Bohr, o los principios científicos de las máquinas de calor para obtener un tratamiento teórico del equilibrio en los sistemas químicos, propuesto por Gibbs. Igualmente, en los albores de la Ciencia del suelo, el estudio y comprensión de la relación existente entre el clima, el suelo y el tipo de vegetación que éste soporta, llevó sólo a Dokuchaiev a la *innovadora comprensión* conclusión y planteamiento, de que el factor determinante de su génesis y distribución es el clima.

¿Cómo enseñar y aprender a ser creativo? Para intentar explicar como se cree que se puede hacerlo, se parte no sólo de considerar que -como dos párrafos atrás se dijo-, enseñar a serlo es factible; sino igualmente de que *crear*, es una capacidad íntimamente ligada a la de *pensar*, y a la de *imaginar*. De hecho, no podemos crear si no podemos pensar y ordenar nuestros pensamientos, para formar nuestra creación; primero mentalmente, *imaginándola*, para después poder llevarla hasta la realidad de su existencia física.

Se considera que la creatividad, es una cualidad inherente tanto a la comprensión, como a la cristalización científica del pensamiento y, que por ello, nuestro trabajo docente no importa en que área de la ciencia se realice, debe siempre ser orientado a la búsqueda de esa capacidad creadora en los infantes y jóvenes a quienes queremos enseñar ciencias.

En consecuencia, se plantea enseñar al alumno a ser *creativo* siéndolo el maestro en la realidad cotidiana del aula; a través de una enseñanza que ofrezca la ocasión cotidiana y continua de un contraste permanente de pareceres, esquemas de pensamiento, sentimientos y actuación, que le permitan comprender el significado, las posibilidades y consecuencias de los mismos. Poniéndolo en contacto con otras construcciones personales alternativas, que le ofrezcan horizontes de exploración diferentes a los propios.

Buscando el espacio y propiciando la oportunidad para que integre esas redes complejas de intercambios sociales que de acuerdo a Pérez (1995), se generan en el aula; mediante el acuerdo y la discrepancia, *valorando* la divergencia de alternativas, *confrontando* la aparición de conflictos, *practicando* la tolerancia y *asumiendo* la colaboración convergente, a efecto de conformar un proceso de elaboración y vivencia colectiva que construye *la cultura*.

Ayudando a la escuela, mediante nuestra práctica cotidiana; a dejar de ser memorística y repetidora año tras año, para en cambio convertirse en una comunidad dinámica, de vida y aprendizaje –dónde las opiniones, discusión y análisis sean siempre tan nuevas, como nuevos son los individuos que por ellas pasan-, *un espacio de cultura donde se aprendan los conceptos, las herramientas, las técnicas y códigos, no sólo de la ciencia, sino igualmente de la cultura humana como consecuencia de la*

participación activa de todos y cada uno, mediante el intercambio de significados, deseos y comportamientos, entre compañeros y/o con los docentes.

Enseñando al niño y al joven a ser *creativo* mediante la transformación de la enseñanza en un *proyecto educativo en construcción permanente*, donde el currículum en el concepto de Clandinin (1992), no es sino una hipótesis viva de trabajo; un espacio social para compartir ideas y conceptos, y experimentar los problemas y valores educativos que el proyecto se propone desarrollar.

4.4.1 La meta, el método y el campo de aplicaciones adecuados al contexto escolar

*“Los que no sueñan, se mueren antes, los países que no sueñan....., también”
Gabriela Mistral.*

a) *Puntos de partida:*

Se coincide con Sanmartí (1997), respecto a que la enseñanza de la ciencia como actividad científica debe tener para serlo, **la meta, el método y el campo de aplicaciones adecuado al contexto escolar**,.....

Se retoma de Echeverría (1995), el que para comprender la dinámica de la ciencia, no basta ya con la justificación lógica del conocimiento: epistemología; sino que igualmente requerimos recurrir a la axiología: como sistema de valores que justifica las acciones humanas, con objeto de conocer el mundo; se difiere sin embargo en que estos conocimientos deban obtenerse para transformarlo, y se plantea en cambio el preservarlo para las generaciones futuras.

En cuanto a la visión del mundo desde la cual asumir nuestra posición como investigadores y docentes al enseñar ciencias, se propone reflexionar al interior del aula, sobre cuáles son las diferencias en los planteamientos y aportes desde las diferentes visiones del mundo, a fin de decidir en conjunto con los niños y niñas, cuál permite acercarse al cumplimiento de los objetivos planteados para la educación para el desarrollo; para de esta forma asumir y no imponer una visión compleja.

b) *La meta*

*“Quien tiene un por qué para vivir, puede soportar casi cualquier cómo.”
Friedrich Nietzsche.*

- La enseñanza; entre la asepsia y el compromiso

Se planteó ya que los problemas ambientales, son problemas complejos y vinculantes de áreas del conocimiento diferentes; lo que contribuye a que ante cualquier problema de ésta índole que se quiera abordar, los puntos de vista desde los cuales se les mira, así como las soluciones que a éstos se plantean, sean diversas, pues no tienen el mismo significado para el ciudadano común, para

el científico y para un político por ejemplo; pero tampoco para científicos de áreas diversas de la ciencia.

Se discutió acerca de que los problemas ambientales implican no sólo áreas del conocimiento distintas e interdependientes, sino igualmente el estudio histórico de las actuaciones humanas que han intervenido el ambiente y generado los actuales problemas –con objeto de aprender de los errores cometidos y también para no repetirlos–, así como el análisis y la reflexión acerca de cuáles son las posibles soluciones, y cuál nuestra responsabilidad en la búsqueda de las mismas; comprendiendo que no existen soluciones únicas, ni una única formas de abordarlos.

Por todo ello, se plantea ahora que cuando la enseñanza de las ciencias intenta abordar el conocimiento desde el orden ambiental; el cuáles serán los contenidos, y cuál el sentido de la intervención que se hará, se constituyen en problemas educativos trascendentales, pues se trata de dirimir entre el impartir una enseñanza aséptica, y una enseñanza con intención. Entre impartir una educación tradicional que dice ser “neutra”, y el *enseñar de forma comprometida con la construcción de una educación para el desarrollo sostenible*.

Esta es la meta y a la vez, la primera característica de la propuesta que se hace, porque si mediante la enseñanza de la ciencia se quiere acercar a los niños y niñas a la comprensión del mundo y éste es complejo, si se busca conocer y entender la realidad de los problemas actuales, y se quiere capacitarlos para resolver los problemas futuros, no existe entonces forma de evadir el dar un sentido a la intervención docente, pues cambiar nuestra forma de vida hacia un modelo sostenible, implica, decidir claramente qué cambio de pensamiento y acción se quiere propiciar en él a través de la enseñanza de la ciencia, con objeto no sólo de adquirir los conocimientos, sino igualmente, de cambiar la forma de vida hacia ese modelo sostenible que se desea. Este es el dilema fundamental; el tema elegido para intentarlo, es sólo el vehículo para llevarlo a cabo.

▪ ¿Qué enseñar?

Sin embargo, la elección de los contenidos por enseñar no es situación banal, sino medular; pues si las ciencias son el resultado de una actividad humana compleja, su enseñanza no puede serlo menos.

Por ello, si se opta por un planteamiento educativo de orden ambiental, y el formar ciudadanos autónomos, críticos, etc., no es sólo un objetivo declarativo para estar a tono con las modas de las corrientes educativas en boga, se debe estar claro en que, los contenidos, deben ser congruentes con la visión del mundo adoptada.

De acuerdo a García (1995), los contenidos deben organizarse en torno a problemas ambientales como objetos de estudio.

En este trabajo se considera que esto no es suficiente; que si queremos cambiar la forma de vida actual hacia otra distinta: equitativa, justa, respetuosa del ambiente, etc., no podemos entonces educar en ese sentido en unos temas o problemas sí y otros no, en unas materias sí y en otras no, a la hora en que le corresponde a un profesor sí y con el resto no, en el curso de ‘Educación ambiental’ sí y en el resto de las materias no, en las materias afines a educación ambiental sí y en el resto no, el día del medio ambiente sí y el resto del año no. Se plantea entonces que la ambientalización debe ser del sistema educativo a través del currículum completo.

Es claro que si bien requerimos empezar por priorizar la elección de contenidos que nos permitan aprender a enseñar para educar de esta forma, también es cierto que si se quiere enseñar a ver el mundo de forma sistémica y compleja, entonces de forma sistemática nuestra enseñanza debe ser así. Se entiende que el lograrlo será un proceso largo y arduo, que parte del mismo es el formar los docentes necesarios para llevar a cabo esta diferente forma de educar, que la mayoría no estamos preparados para enseñar de forma interdisciplinaria y sistémica; sin embargo, y no obstante lo anterior, se propone abarcar al currículum todo: ambientalizar el currículum todo, es por tanto la segunda característica de la propuesta.

- ¿Qué significa ambientalizar el currículum?

*“Amenizar la enseñanza con la hermosa palabra, con la
anécdota oportuna, y la relación de cada
conocimiento con la vida”*
Gabriela Mistral.

Educar para el desarrollo, es vivir y enseñar con el ejemplo, a vivir de una forma diferente.

No se trata entonces de impartir una educación ambiental, como si ésta fuera una parte, tema, problema o materia más, que forme parte de la educación general, sino de volcar la educación toda hacia las metas que la realidad actual nos demanda, enseñando y aprendiendo a enseñar ciencia como un proceso continuo, cuya meta es ser capaces de tratar cualquier tema, de plantear todo contenido, de construir el currículum de forma: *compleja, integral, interdependiente, interdisciplinaria*, y que busca transitar a la transdisciplina.

Lo que ahora se propone es la *ambientalización de los saberes; permeando el currículum todo, para construir la educación para el desarrollo*. No se trata de modificar el currículum -ningún currículum-, sino de *intervenirlo pedagógicamente no como recurso didáctico, sino como principio aglutinador de la ciencia en la construcción de la educación que se desea*; en donde no hay contenidos propios de una materia llamada ‘educación ambiental’, sino que ésta: la ‘educación ambiental’ está presente como una constante en todo curso de toda materia, de forma integrada a los conceptos, teorías, problemas y ejemplos, como parte que es de un ambiente en el que se construyen conocimientos y ciencia a fin de comprenderlo, interrelacionándolos e integrándolos en toda su dimensión sistémica, compleja y cambiante, pues sistémico, complejo y en constante cambio, es el mundo en que vivimos.

En donde el medio no es un recurso didáctico -ocasional o cotidiano-, sino el tema central y aglutinador de la ciencia en la construcción de la educación para el desarrollo; considerando que los problemas ambientales, son problemas de vida, pues estos se reflejan en todo orden: social, político y económico.

Dándonos cuenta que en la realidad, no hay problemas que no sean ambientales –pues todos somos y todo forma parte del ambiente en que habitamos-, que conocimientos o problemas que no sean ambientales no se corresponden con la comprensión del mundo en que vivimos; no le sirven al niño para conocer el mundo que se supone le queremos enseñar, ni le permiten interpretarlo para estar en posibilidad de vivir en él sorteando exitosamente los problemas futuros por resolver.

Que la ciencia genera conocimientos para interpretar el mundo, pero si estos no son apropiados desde su dimensión ambiental y por ende, sistémica y compleja; entonces no reflejan al mundo real y difícilmente serán herramienta adecuada para enfrentarlo.

Se plantea pues que la forma de comprender la complejidad de los sistemas, es aprendiendo y enseñando de forma sistémica y compleja todo tema, interrelacionando cada contenido desde la perspectiva de las diversas disciplinas; abordándolo primero desde el área de la ciencia que se enseña, para a continuación realizar cotidianamente el ejercicio de interrelacionarlo a otras áreas y conocimientos, buscando en ello: relaciones, causas, explicaciones, interconexiones e interdependencias, que nos permitan un conocimiento lo más integral interactivo y complejo que nos sea posible.

Se dijo ya que la ambientalización del currículum no debe ser un recurso, sino un principio; *el recurso, es el uso de este ejercicio de integración antes descrita.*

El aula -y la enseñanza de la ciencia a su interior-, se convierte entonces en una comunidad democrática de vida y aprendizaje, *un espacio de cultura donde se aprenden los conceptos, herramientas, técnicas y códigos de la cultura de la humanidad como consecuencia de la participación activa en el intercambio de significados, deseos y comportamientos*, con los compañeros y con los docentes; para de esta forma, transformarse en **un proyecto educativo en construcción permanente**, donde el currículum (Clandinin y Connelly, 1992), *no es sino una hipótesis viva de trabajo, un espacio social para experimentar los problemas y valores educativos que un proyecto se propone desarrollar.*

Incorporando al proceso de construcción social del conocimiento, los saberes de la ciencia del profesor, el conocimiento cotidiano del alumno y el marco de referencia metadisciplinar, para descubrir las interrelaciones que me permitan complejizar el conocimiento; interactuando a través de la reflexión compartida y la negociación explícita de significados. Entendiéndose por marco metadisciplinar, la cosmovisión que se propone adoptar con objeto de aprender, y que en este caso es la transición de lo simple a lo complejo.

Sin embargo, se reconoce que enseñar de forma sistémica y compleja todo tema, analizándolo desde la propia disciplina, para luego interrelacionar cada contenido desde la perspectiva de las diversas disciplinas; pasando de un mundo de objetos y hechos aislados a otro de relaciones sistémicas complejas, no es algo fácil de hacer, ni sabemos como hacerlo. No hay camino hecho al respecto y no será fácil lograrlo, pero se puede trabajar en construirlo.

Se plantean como criterios de selección para decidir cuáles contenidos, temas o problemas abordar, para iniciarnos en este proceso dinámico que nos permita aprender a transitar de lo simple a lo complejo, las siguientes características:

- 1) Elegir temas complejos, integradores de diversas disciplinas, que ofrezcan la posibilidad de conflictuar desde diversas perspectivas al alumno, y llevarlo a la reflexión, como medio para construir la transición de formas de pensamiento simples a otras más complejas.
- 2) Los temas ó problemas elegidos en torno a los cuáles se organicen, aborden e interrelacionen los contenidos, deben tener una intencionalidad, y por ello es indispensable definir, la visión del mundo a transmitir, a efecto de generar el cambio deseado. La visión del mundo aquí propuesta es sistémica y compleja.

- 3) La oportunidad que el tema, contenido ó problema ofrece para construir desde el aula, no sólo la transición de formas de pensamiento simples a otras más complejas, sino igualmente, de las individualistas a la consideración y respeto del otro. En este trabajo se eligió al suelo como un tema ideal para una enseñanza de la ciencia compleja e integrada a la realidad social.

Dado que no hay camino, el esbozar algunas ideas sobre cómo podría intentarse hacerlo es el siguiente paso.

c) *El método*

- ¿Transmisión ó construcción del conocimiento?

Si sólo escucho, lo olvido

Si lo leo, lo recuerdo

¡Si lo hago,..... comprendo!

Se parte de reafirmar –como ya antes se fundamentó en la introducción–, que en este trabajo se difiere de la posición cómoda de la acción educativa que se limita a una mera acción transmisiva de conceptos a memorizar y repetir, ya que ésta no satisface las necesidades cognitivas de los individuos, con objeto de ofrecer posibles respuestas a los problemas complejos de la vida actual.

Se piensa que la educación y enseñanza de la ciencia para el desarrollo sostenible requiere de procedimientos metodológicos coherentes con sus bases éticas y conceptuales, y que por ello, la metodología a elegir para construirla no es una cuestión intrascendente, pues como ya antes se ha mencionado, cada modelo educativo conlleva implícito no sólo una forma de educar, sino igualmente una forma de pensar y vivir la vida, y éstas se transmiten a través de la enseñanza.

En consecuencia, se plantea que la educación para el desarrollo no puede ser memorística, pues los problemas reales no se resuelven recitando teorías, normas y principios, lo cual nos exige por tanto, el ser capaces de adaptar los contenidos a enseñar, al proceso de aprendizaje del niño, a fin de lograr que éste sea significativo, lo que constituye la tercera característica de la propuesta.

Lograr un aprendizaje significativo (Ausubel, 1973), implica contar de inicio, con los conocimientos e interés del niño al momento de la realización del acto pedagógico, lo que a su vez nos lleva a la necesidad de conocer cuáles son sus ideas y conocimientos previos, para saber de dónde partir y cómo motivarlo a aprender lo que queremos que sepa -lo que es el punto de partida de la teoría de construcción del conocimiento–, para poder así incidir en sus concepciones en el sentido que buscamos.

Iniciando la *construcción del conocimiento como producto de un proceso continuo*, que toma como punto de partida tanto los *intereses*, como los *sentimientos* y los *conocimientos previos* de los alumnos, pues éstos constituyen sus marcos de referencia personales y definen sus percepciones y nuevas representaciones durante el proceso de aprendizaje; de tal forma que el aprendizaje logrado sólo será significativo en la medida que se logre la construcción de nuevas representaciones –en relación a esos conocimientos previos del individuo–, basadas en la comprensión del significado de la nueva información. El resultado serán ideas construidas, más no enseñadas.

Visualizar el aprendizaje así, como un proceso continuo de construcción de conocimiento, es la cuarta característica que se asume como parte de la propuesta que se hace.

Esta construcción se plantea impulsarla mediante una *intervención pedagógica que busca ambientalizar el currículum* para avanzar hacia el desarrollo sostenible, por lo que ésta no es una intervención pedagógica instructiva, ni están determinados de antemano los efectos de la misma; por el contrario, en este proceso de construcción se debe considerar que sobre la intervención pedagógica que se realiza, no se conocen previamente sus efectos sobre los individuos –si bien sí se tienen hipótesis al respecto-, pues son éstos los que, con base a sus percepciones previas y estructura mental, determinarán su propio proceso de cambio frente a ella.

Es entonces la interacción sujeto-intervención, que el docente impulsa mediante una acción mediadora, la que permite que los aprendizajes sean constructivos: guiando la reelaboración de la estructura semántica de los estudiantes, ayudando a su modificación y apertura a nuevos procesos para que de forma continua la reconstruyan; yendo de lo simple a lo complejo –y no simplemente sumando y almacenando-, para integrarlo a su sistema de conocimientos, y reorganizar en consecuencia sus redes cognitivas de forma *emergente*.

A efecto de que esta integración se de, es necesario afianzar la nueva información a la “estructura cognitiva del sujeto” nos dice Ausubel (1983); y en ello, es trascendente el papel del docente, quien a través de estrategias didácticas, debe lograr que se dé esa interrelación entre el nuevo conocimiento y algún aspecto relevante del que ya se tenía –integrando las nuevas ideas a su estructura cognoscitiva-, para como resultado de ello: criticarlo, aceptarlo, ampliarlo, rechazarlo o confirmarlo, y dar así paso a un ciclo de aprendizaje significativo.

En congruencia con la anterior característica de esta propuesta, en el sentido de visualizar el aprendizaje como un proceso continuo, es exigible el organizar el trabajo docente de igual forma: mediante procesos continuos y desde la perspectiva del infante; lo que se constituye en otra característica más de la propuesta.

Una enseñanza organizada a través de un proceso continuo donde el aprendizaje no es sólo un camino a recorrer de determinada forma –metodología-, para recorrerse no importa cómo –estrategias-, siempre y cuando se llegue a la meta planteada –objetivos-, durante el lapso de un determinado curso o año escolar; sino una experiencia de vida de la cual aprender en ciclos continuos a enseñar de forma constructivista a la vez que se aprende a hacerlo.

Donde como parte de la organización del trabajo docente, se consideren como elementos indispensables del proceso de enseñanza no sólo los conocimientos, sino igualmente los sentimientos y valores de los sujetos que aprenden; tanto para propiciar su aprendizaje significativo, como para que el proceso de enseñanza sea *integrativo*, tal y como corresponde a un proceso de enseñanza para la sostenibilidad, el cual no sólo busca construir conocimientos, sino igualmente impulsar un cambio de valores y por tanto, de conciencia social.

Un proceso de organización de la enseñanza, donde lo deseable sí es que se comprenda cuál es la situación real de un sistema en un momento determinado, pero donde igualmente importante es que se comprendan las interacciones e interrelaciones existentes entre los elementos del sistema, al interior de ese sistema, y las de éste con respecto a otros sistemas de los cuales el mundo está constituido; entendiéndolas como situaciones *cambiantes* a lo largo del tiempo que configuran la historia del *proceso evolutivo de dicho sistema*, a la vez que se constituyen en *herramientas del*

proceso de enseñanza, que no sólo nos permiten analizar, evaluar y predecir situaciones futuras, sino también comprender las pasadas y presentes, enriqueciendo así el currículum a través de su ambientalización.

Por ello, resulta imprescindible, como parte de esta organización del trabajo docente, y como parte de la ambientalización de la enseñanza de la ciencia que se plantea, la consideración del medio, como un sistema dinámico, cuyos cambios se efectúan mediante procesos en constante evolución y por tanto, en reorganización continua, lo que es otra característica más de la propuesta.

Durante estos cambios, los sistemas se desordenan-reordenan-reorganizan mediante relaciones entropía – entropía-negativa, por lo que su estudio e interpretación en un momento dado, sólo constituye un instante dentro del total del proceso de evolución continua que constituye en sí la vida; comprender esto no es fácil, sin embargo, no sólo sobran los ejemplos para abordarlo desde el aula de forma sistémica: en ciclos que se encadenan y concatenan de forma interactiva, intersistémica e integrativa, unos a otros para conformar los ciclos de la vida, sino que debe intentarse como parte esencial que es de una enseñanza y aprendizaje procesual de la ciencia para el desarrollo sostenible.

Comprender que los diferentes elementos que conforman los sistemas que somos y en que vivimos, no guardan entre sí propiedades sumativas, es otra de las características que se consideran indispensables, pues el mundo en que vivimos no es, ni está fragmentado y sus componentes no son partes inconexas; por el contrario, la realidad es *una*, es *indivisible* y es *compleja*.

Por lo que dividirla para explicárnosla, aislando los objetos de estudio de su entorno –complejo-, para estudiarlos en condiciones menos complejas a efecto de intentar comprenderla, si bien es un proceso útil que nos permite indagar, mejorar conocimientos, o refutarlos -más no probarlos-; no nos permite finalmente comprender la realidad en toda su complejidad.

Esto es debido a que desde la limitación de las disciplinas, y bajo la metodología de fragmentar-observar-experimentar; no es posible, ni se plantea, el integrar los conocimientos de las partes con el todo, considerando sus interrelaciones e interacciones a efecto de reconstruir, para integrar las propiedades del sistema como unidad, para realmente comprenderlo, lo que nos lleva a la necesidad de un planteamiento diferente al unidisciplinar para la enseñanza de la ciencia.

- Una educación y enseñanza de la ciencia no disciplinar

*“Nada más triste que el que el alumno compruebe
que su clase, equivale a un texto”*
Gabriela Mistral.

El hombre como especie es *uno* y el sistema en que habitamos: La Tierra, también es *una* sola; por lo que hacer observaciones y establecer diferencias disciplinarias respecto al conocimiento del mundo en que vivimos, es romper lo que en realidad no está separado.

Por ello, resulta indispensable reflexionar sobre la educación que actualmente se imparte y la enseñanza de la ciencia como parte de ella, con el objeto de *conocer el mundo* en su integridad y no en su parcialidad; pues si queremos que la acción educativa que se realiza -como cuerpo de influencia ordenada ejercida sobre una persona para formarla y desarrollarla conforme a una

determinada cultura-, cumpla con el propósito de que la educación se constituya en el motor que impulse el desarrollo sostenible –capacitando a los ciudadanos para su participación económica, política, social y cultural-, es preciso que se reconozca ya, la necesidad urgente de adaptar la escuela al carácter no disciplinario de los grandes problemas planetarios que a quienes habitamos La Tierra, nos corresponde resolver: viendo hacia el futuro de La Humanidad y El Planeta.

Sin embargo, cuando se trata de docencia e investigación, en las escuelas como en las universidades, la realidad revela que las actividades tienden a ser organizadas y compartimentadas de acuerdo a los marcos disciplinarios tradicionales.

Se confrontan así dos diferentes formas de pensar y enseñar:

- * El pensamiento unidisciplinar y simplificador que se ocupa de desintegrar la complejidad de lo real; en tanto que el pensamiento complejo busca por el contrario integrar lo más posible los modos simplificadores de pensar, rechazando las consecuencias mutilantes, reduccionistas y unidimensionales de la realidad.
- * El pensamiento complejo que no retoma la ambición del pensamiento simple unidisciplinar de controlar y dominar lo real; no intenta aislar a un objeto del estudio de su contexto, de sus antecedentes, de su devenir, sino ejercitar un pensamiento capaz de tratar, dialogar y negociar, con lo real, integrando todo aquello que pone orden, claridad, distinción y precisión en el conocimiento.

La escuela hoy se debate entre estas dos posiciones opuestas: la diversificación, especialización y creciente especificación de los conocimientos, y la urgencia de adaptar dichos conocimientos al carácter transdisciplinar de los problemas reales que corresponden a los sistemas complejos que somos, y en los que habitamos.

En este trabajo se considera que si explicar cómo es el mundo en que vivimos es el objetivo de la enseñanza de las ciencias y la epistemología de las ciencias establece las pautas para justificar los conocimientos, relacionando las teorías científicas con los fenómenos y enseñándonos a pensar científicamente; entonces la epistemología de la enseñanza de las ciencias, debe contemplar la complejidad, integralidad, interdependencia e interdisciplinariedad de sus objetos de estudio para cumplir así con el objetivo de enseñarnos a pensar científicamente.

Que la unidisciplinariedad, no permite la aproximación a la comprensión de conocimientos complejos como lo son los sistemas que somos y en que habitamos; por lo que se plantea trabajar desde el aula en substituir el paradigma de disyunción-reducción-unidimensionalización; y trabajar en la construcción de un método de enseñanza acorde con un paradigma de distinción-conjunción que permita: “diferenciar sin desarticular, y asociar sin reducir, a la vez que escapa a la unidad abstracta del holismo”, Morín (1970) ; uno que sea acorde a los planteamientos de la educación para el desarrollo, y afín al logro de las características esenciales que la definen: **compleja, integral, interdependiente e interdisciplinaria**, pero que a la vez se plantee y nos permita avanzar, paso a paso, hacia la transdisciplinariedad.

Esto no significa que desde la complejidad se rechace el “método científico” y la subdivisión de la realidad, cuando como estrategia de estudio ésta sea necesaria; lo que en realidad se plantea es que cuando finalmente se obtienen estas miradas parciales de la realidad, se integren a la reconstrucción del sistema del que proceden, pues se debe estar claro en que sólo son simples aproximaciones

parciales a la realidad con un grado inherente de incertidumbre –el mundo como desde nuestra perspectiva lo vemos-, y no la realidad misma –el mundo como *es*-.

En resumen, se plantea adoptar el pensamiento complejo, como visión del mundo desde la cual asumir nuestra posición como investigadores y docentes al enseñar ciencias, dando paso una organización de los contenidos procesual y dinámica, que permita al infante como al joven, ir poco a poco, en un orden de lo simple a lo complejo, construyendo sus propias representaciones; y al maestro, transitar de la unidisciplina hacia la interdisciplina y construir el camino hacia el ejercicio de la transdisciplina.

Entendiendo que intentar abordar desde el aula el pensamiento complejo, si bien es un gran desafío, también es una necesidad inminente; que como ya se dijo, no hay camino hecho y que abrir brecha será difícil, pero también que sólo podremos construir la sostenibilidad si verdaderamente queremos ir en esa dirección y trabajamos desde el ámbito educativo para ello; pero igualmente, que el hacerlo no sólo es una responsabilidad, sino una necesidad, pues es nuestro destino común el que está en juego.

Que para explicar cómo es el mundo en que vivimos, nuestros modelos deben ser como el mundo en que vivimos; lo que implica que tal y como sucede en la naturaleza, donde cada componente del sistema realiza su funciones en ciclos cerrados, nuestra didáctica de la enseñanza de la ciencia debe realizarse en los planteamientos, ejercicios, prácticas, etc., en ciclos cerrados –vinculando las partes con el todo, paso a paso, estableciendo etapas de construcción del conocimiento de lo simple a lo complejo-, porque ¿Cómo comprender la naturaleza compleja, integral, interdependiente e interdisciplinaria de La Naturaleza sino la enseñamos así?; cómo si su enseñanza es simplificada, desvinculada y unidisciplinar.

Que enseñar a pensar de forma **compleja, integral, interdependiente e interdisciplinaria**, que avance a paso firme hacia la **transdisciplinarietà**, requiere que hagamos una enseñanza que yendo de lo simple a lo complejo, construya los conocimientos desde esta perspectiva; estudiando los componentes de un sistema para *descubrir* que éstos forman parte integral de él; que en conjunto, esos componentes constituyen un sistema *complejo* en el cual todos los componentes están interconectados y son por lo tanto *interdependientes*, por lo que para su estudio y comprensión requiero del conocimiento vinculante de la *interdisciplina*, y que para su aplicación a la solución de problemas nuevos e inéditos, requiero de innovación y creatividad para dar paso a la construcción de *pensamiento emergente*: dando congruencia al pensar, con el decir y el hacer en el aula.

Una enseñanza de la ciencia de orden ambiental, es entonces una educación para el desarrollo, que busca tanto la adquisición de los conocimientos, como el propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes con la finalidad de plantear el cómo resolverlos a través de la construcción de *pensamiento emergente*.

- La investigación educativa

“Si yo fuese Directora de Normal, (...) no daría título de maestro a quien no contase con agilidad, con dicha, frescura, y hasta con alguna fascinación...”

Gabriela Mistral.

Parte inherente del proceso educativo es el docente que enseña, por lo que en cualquier método que se proponga, debe contemplársele; definiendo cuál es su papel en él y como el método lo afecta: enriqueciendo o limitando su acción pedagógica, a la vez que como persona lo estanca o le permite crecer.

El enfoque constructivista lanza el desafío, pero a la vez ofrece la oportunidad de ejercer una docencia en la que se requiere poner en juego, todas las herramientas pedagógicas y usar las estrategias didácticas posibles, para mediante una docencia creativa e innovadora, dar respuesta a la incertidumbre que introducen los marcos de referencia de los alumnos, y a la aleatoriedad que representa el entorno; a partir de los cuales se construye la relación sujeto-entorno que define el derrotero del proceso educativo, pues en contraste con la enseñanza mecánica: repetidora y memorística, no hay un programa cargado de contenidos con que llenar de forma prevista las horas en el aula, ni están previamente definidos sus efectos sobre los alumnos; el proceso no es ya controlado por el profesor, sino definido por su interacción con el alumno.

Por añadidura, este enfoque constructivista de la enseñanza de la ciencia, asumido desde el marco de una visión compleja del mundo, introduce la complejidad de los sistemas que en el aula se estudian -con objeto de conocer el mundo-, a la ya existente complejidad del problema educativo; lo que implica no sólo que no hay camino que seguir, sino que éstos dos problemas anteriores, confluyen y se entrelazan con el problema docente: ¿Cómo abordar el conocimiento disciplinar desde sus interrelaciones con otras disciplinas?, ¿Cómo enseñar desde las relaciones del objeto de estudio con respecto a sus interrelaciones, interacciones e integridad con la realidad?

Al respecto, aquí se plantea proceder igual que como hacemos para la resolución de cualquier problema: haciendo un inventario de herramientas con que se cuenta y de preguntas por contestar, para conocer de dónde partimos, hacia dónde vamos y qué requerimos para el viaje: pensando cómo resolverlo; intentándolo mediante la observación directa, separando las partes cuando así se requiera para mejorar la observación, pero reintegrándolas a continuación para vigilar el no alejarnos de la realidad; buscando hacerlo primero desde nuestra área de especialidad, para a continuación abrirnos al auxilio de otras disciplinas para ello.

Es decir, investigando la propia acción, en conjunto con los alumnos y desde el aula: siguiendo una metodología que para ello nos proponemos con objeto de averiguar si ésta nos es útil para conseguir los resultados que deseamos obtener; registrando -para no olvidar nada-, tanto el método, como las herramientas utilizadas y también toda observación hecha respecto a los posibles cambios en nuestra práctica docente y en la respuesta encontrada en los estudiantes: con objeto de comparar, contrastar efectos generados o encontrar errores para no repetirlos, y poder así evaluar la eficacia del método elegido durante el proceso pedagógico.

Reconociendo que el problema pedagógico no está resuelto ni garantizado por ninguna técnica ni procedimiento. Que el conocimiento siempre hay que reconstruirlo, mantenerlo o restablecerlo, pero igualmente, que esto es realmente posible sólo si se construye, mantiene o restablece de acuerdo a las dinámicas personales y colectivas que se generan en el aula; intentando, al mismo tiempo, dilucidar de forma continua cuál es la forma más apropiada de actuar en cada momento para mejorar el proceso de enseñanza y por ende, el de aprendizaje.

Sobre esto, Elliot (1993), nos dice que la práctica educativa no debe consistir en la realización de finalidades previamente propuestas por otras personas, ya que las situaciones son cambiantes y la respuesta de los docentes a ellas, se dan sobre la marcha, lo que constituye una característica

inherente a la enseñanza, y no una excepción; otros autores proponen que la investigación debe partir de los problemas del docente para estudiar la transformación de las condiciones de la enseñanza en su aula.

Se impone pues la necesidad de que el docente realice algún tipo de investigación, de indagación sobre la experiencia que realiza, de forma que le permita *reflexionar* para entender y profundizar en la complejidad de los procesos escolares en los que participa, así como sobre su sentido educativo; pues para avanzar hacia el modelo educativo para el desarrollo sostenible a través de la realización del acto educativo, es trascendente pensar en aquello que hacemos y revisar aquello que pensamos, hasta lograr el método adecuado: uno que nos permita transitar juntos, alumnos y docentes, de la unidisciplina hacia la interdisciplina y construir el camino hacia el ejercicio de la transdisciplina.

Lo que aquí se propone es que, con objeto de construir de forma simétrica el modelo educativo para el desarrollo sostenible, el docente requiere realizar investigación: buscando la comprensión racional de la misma, mediante la reflexión sistemática de la acción educativa que realiza, a efecto de que ésta nos permita ampliar perspectivas de comprensión, e imaginar posibilidades de interpretación y actuación para los problemas que se viven en el aula; analizando los resultados con relación al valor educativo que tienen por sí mismos como experiencia, y no por su valor como instrumentos.

Es en este sentido que en este trabajo se cree posible enseñar ciencias interdisciplinariamente y avanzar a través de la experiencia que se logre y en el largo plazo, hacia un planteamiento transdisciplinar, pero se reconoce que igualmente esto podría no conseguirse; en cuyo caso, se deberán analizar las posibles causas por las cuales no se pudo lograrlo.

d) *El campo de aplicaciones adecuado al contexto escolar*

*“satisfacer la más humana de todas las necesidades del hombre,
la de encontrar sentido a la vida”*
Víctor Frankl.

Ya desde el inicio de este capítulo, se hizo notar que una de las condiciones que definen, tanto el proceso educativo como sus resultados, a partir de los supuestos teóricos que se ponen en práctica para educar, es *el ámbito* en el cual éste se desarrolla.

Igualmente, se definieron los marcos jurídicos y ambientales normativos de la esfera educativa nacional e internacional, que no sólo apoyan, sino justifican plenamente la posibilidad de hacer propuestas educativas de enseñanza de la ciencia de orden ambiental, sustentadas en ellos; reconociendo que a su vez éstos se insertan, en una sociedad global que enfrenta hoy una crisis ambiental. Crisis que durante mucho tiempo fue negada, pero que es hoy plenamente reconocida.

Por lo que, frente a éste escenario global y de crisis, la escuela no puede seguir cerrada, y permanecer al margen de ello, pues si queremos que desde el aula se comprenda el mundo, entonces debemos enseñar como es el mundo de hoy, lo cual significa la necesidad no sólo de realizar cambios en los modelos de pensamiento desde los cuales se educa, sino igualmente en la forma en que los saberes se construyen e instauran; y parte de ello es el contexto escolar en el cual se efectúa dicha construcción.

Sin embargo, al interior de la escuela y en forma cotidiana, los saberes se imparten de forma endógama, sin que se ofrezca oportunidad de tomar contacto con la realidad, y sin que guarden relación alguna unas disciplinas con respecto a otras, lo cual no permite que se tome conciencia clara de la complejidad sistémica del mundo, y ni siquiera -la mayor parte de la veces-, de la existencia real de dichos sistemas en el mundo; menos, acerca de cuál es nuestro lugar en ellos, para poder estar en posibilidad de asumir alguna responsabilidad al respecto.

También se dijo ya, que la forma de comprender la complejidad de los sistemas, es aprendiendo y enseñando de forma sistémica y compleja todo tema: interrelacionando cada contenido desde la perspectiva de las diversas disciplinas; se plantea ahora que para ello, la escuela requiere, a efecto de enseñar esa realidad –compleja y sistémica-, no sólo tomar contacto con su entorno inmediato y circundante, sino igualmente, ofrecer alternativas substanciosas experiencialmente, a efecto tanto de enriquecer los conocimientos, como de ofrecer la oportunidad de adquisición de los valores que la educación para el desarrollo requiere de quienes en ella se educan.

Porque si a través de la enseñanza de la ciencia queremos explicar cómo es el mundo en que vivimos, y este es complejo, integral, interdependiente, interdisciplinar y transdisciplinar; no sólo debe ser así nuestra enseñanza, sino que igual debe ser el campo de aplicación y experiencias que se busque ejercer, tanto al interior del contexto escolar interno, como en su medio circundante.

Sin embargo, en la construcción de esta escuela integrada a su entorno inmediato y circundante, solamente podremos producir esta reconstrucción del conocimiento vulgar, cotidiano y empírico de los alumnos, cuando seamos capaces de generar *un proyecto educativo en construcción permanente*, en el cual el currículum, de acuerdo con Clandinin y Connelly (1992), sea una hipótesis viva de trabajo: indagando, disfrutando y reinterpretando experiencias, pues *la formación de ciudadanos autónomos, conscientes, informados y solidarios, requiere una escuela donde pueda recrearse la cultura y no una academia para aprendizajes mecánicos o adquisiciones irrelevantes, sino una escuela viva y comprometida con el análisis y reconstrucción de las contingencias sociales, donde los estudiantes y docentes aprendan, al mismo tiempo que viven, y vivan, al mismo tiempo que aprenden, los aspectos más diversos de la experiencia humana* (Pérez, 1995).

Se dijo que si educar es ayudar a comprender el mundo y a comprenderse en él; entonces la educación puede ser si queremos, una de las posibles soluciones, pues como desde la introducción e dejó claro: en la construcción de la sostenibilidad planetaria, al interior de un sistema constituido por sistemas complejos adaptativos, sobrevivirán los que a partir de la información hayan apropiado conocimientos, los que sean más creativos en su uso y vinculación para responder a los retos ambientales, los de mayores capacidades de innovación, resistencia y resiliencia. Preparar a los niños y niñas para ello, aprendiendo nosotros a hacerlo, no es una responsabilidad declinable.

En ello, la educación no formal cobra gran importancia, y en esta propuesta, se considera que es una vía que puede y debe impulsarse tanto desde el interior de la escuela –mediante intervenciones curriculares pedagógicas-, como fuera de ella, buscando impactar así a la educación formal; presionando a los sistemas educativos y a las sociedades científicas, para que asuman la responsabilidad que tienen respecto a la impartición de una educación que además de formar cognitivamente al individuo, ayude a la emergencia de un pensamiento ambiental que nos permita construir nuevas pautas de conducta respecto a la naturaleza, y contribuir a la consecución de objetivos sociales que conduzcan a una mayor equidad.

Según Castro y Balzaretto, sf, en Charpentier (2007), la enseñanza de la educación ambiental es un

instrumento privilegiado que instituye una nueva ética que puede ser abordada por la pedagogía desde tres ámbitos:

1. La educación formal, utilizada en el ambiente escolar.
2. La educación informal, espontánea, no estructurada, que se promueve en la cotidianidad.
3. La educación no formal, que propicia los procesos educativos al margen de la escuela favoreciendo el aspecto cognitivo y los valores.

Asumir la ambientalización curricular como principio articulador de la ciencia que se planteó, y desde estos tres ámbitos, se considera igualmente posible, tanto a nivel ético como cognitivo; se propone sin embargo una cuarta alternativa pedagógica que igualmente se considera posible y que corresponde a la propuesta que se instrumentó:

4. Una educación no formal, impulsada y desarrollada al interior de la escuela, mediante una intervención curricular procesual: *crear escuela extracurricular al interior de la escuela curricular*.

Se plantea pues, asumir una intervención curricular no formal y de orden ambiental, a realizarse al interior de la escuela y en convivencia con la educación formal, con objeto de que a través de ella se tome contacto con la realidad social y cultural circundante, a través de la búsqueda de escenarios que permitan; tanto la construcción de conocimiento, como la formación de los valores de responsabilidad y compromiso con el entorno.

e) *La evaluación de la propuesta*

Parte inherente a la construcción del conocimiento, es la evaluación constante del mismo, con objeto de que ésta nos permita reorientar el trabajo procesual que se realiza; adecuándolo al proceso de enseñanza, y reformulando para ello de forma progresiva las hipótesis de trabajo, para el logro de los objetivos deseados. Se realizan así al unísono el proceso de enseñanza, y la investigación que realizamos sobre el mismo.

Al respecto, desde la introducción se dejó claro que no se encuentra entre los planteamientos de este trabajo el dar respuestas, sino el aportar experiencias didácticas hiladas metodológicamente con objeto de compartirlas, ofreciéndolas a la crítica para enriquecerlas y enriquecernos, en tanto encontramos el camino hacia una educación para el desarrollo.

De tal forma que lo que en este trabajo se persigue, es el recuperar la actividad pedagógica lúdica; para la que lo importante es el sembrar pensamientos y valores en los niños y niñas, como vía de búsqueda y construcción de un modelo apropiado para los problemas por resolver.

Por lo que en la búsqueda de ese camino, quedó definido a partir de las consideraciones anteriores, que para el desarrollo de la propuesta:

- * La propuesta buscaría alentar, tanto el pensamiento como la congruencia en la acción, pero no cuantificaría las diferentes respuestas a efecto de asignar ningún tipo de calificación.

- * El respeto a la diversidad es un elemento de vida y no de repetición o memoria; por lo tanto, las respuestas posibles de los individuos y sus comunidades escolares, si bien se analizarían, no se establecería competencia ni prioridad entre ellas.
- * La prioridad era generar *un espacio en el que los estudiantes, docentes e investigadores aprendan, al mismo tiempo que viven, y vivan, al mismo tiempo que aprenden, sobre los aspectos más diversos de la experiencia humana educativa.*

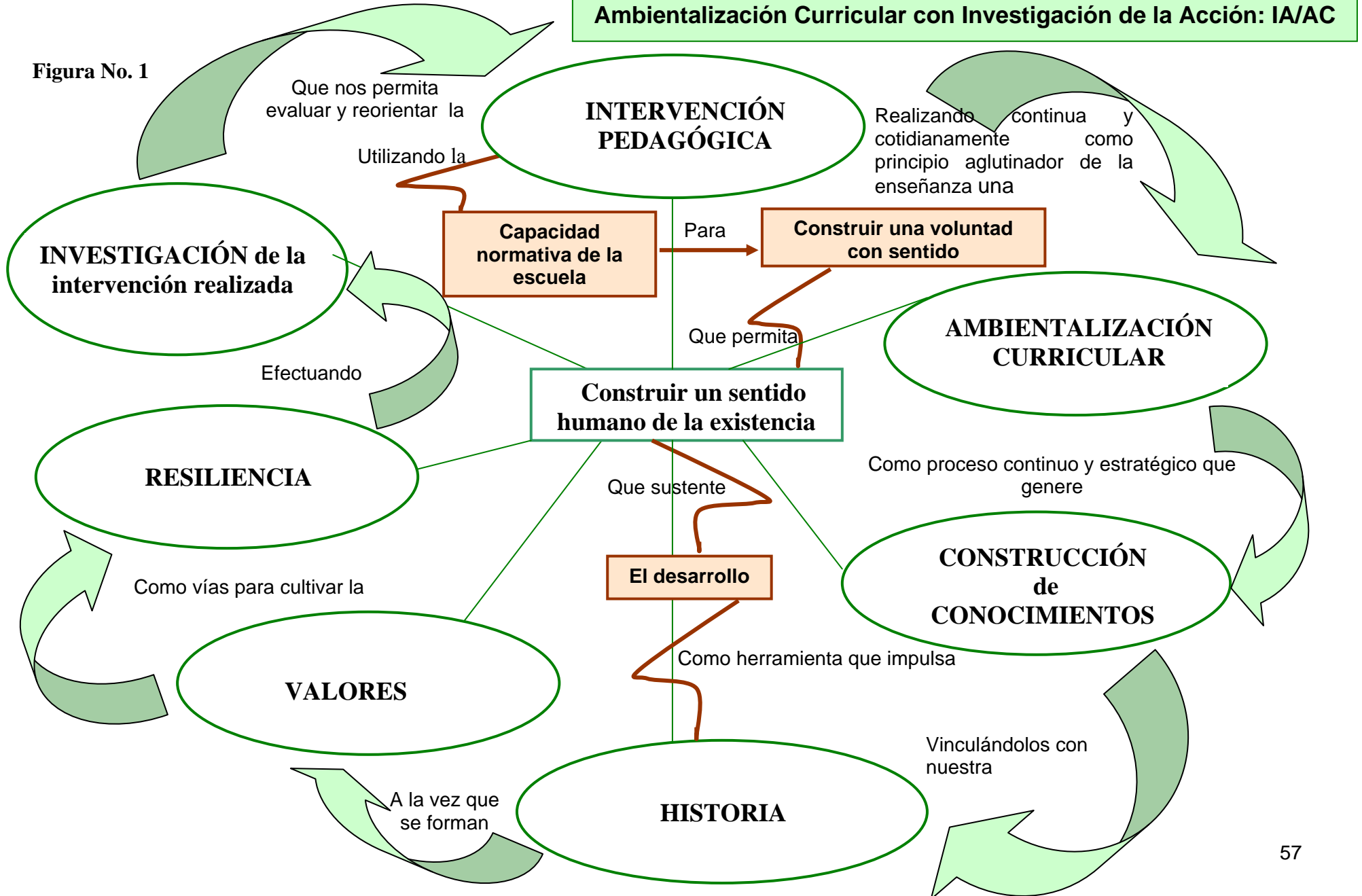
En el **Cuadro No. 3**, se resumen las características del proceso continuo, que en el marco de la teoría de construcción del aprendizaje se retoman en esta propuesta, para transitar hacia una enseñanza de orden ambiental.

Cuadro No. 3 Características que en el marco de la Teoría de construcción del aprendizaje se retoman y proponen para transitar hacia una enseñanza de orden ambiental.

1.-	<i>Enseñar de forma comprometida con la construcción de una educación para el desarrollo sostenible.</i>
2.-	Ambientalizar el currículum todo, como principio y no tan sólo como estrategia.
3.-	Ser capaces de adaptar los contenidos a enseñar, al proceso de aprendizaje del niño, a fin de lograr que éste sea significativo.
4.-	Visualizar el aprendizaje como un proceso continuo, que toma como punto de partida tanto los <i>intereses</i> , como los <i>sentimientos</i> y los <i>conocimientos previos</i> de los alumnos.
5.-	Organizar el trabajo docente de igual forma: mediante procesos continuos y desde la perspectiva del niño.
6.-	Considerar el medio, como un sistema dinámico, cuyos cambios se efectúan mediante procesos que constantemente están en evolución y por tanto en reorganización continua.
7.-	Comprender que los diferentes elementos que conforman los sistemas que somos y en que vivimos, no guardan entre sí propiedades sumativas, sino sistémicas e intersistémicas.
8.-	Asumir el pensamiento complejo, como visión del mundo desde la cual abordar nuestra posición como investigadores y docentes al enseñar ciencias, dando paso a una organización de los contenidos procesual y dinámica, que permita al niño ir poco a poco, en un orden de lo simple a lo complejo, construyendo sus propias representaciones; y al maestro, transitar de la unidisciplina hacia la interdisciplina y construir el camino hacia el ejercicio de la transdisciplina.
9.-	Practicar una enseñanza de la ciencia no disciplinar; que permita al niño ir poco a poco, en un orden de lo simple a lo complejo, construyendo sus propias representaciones; y al maestro, transitar de la unidisciplina hacia la interdisciplina y construir el camino hacia el ejercicio de la transdisciplina.
10.-	Investigar sobre la propia acción pedagógica, para avanzar hacia la construcción del modelo educativo para desarrollo sostenible.
11.-	Innovar en la búsqueda y construcción del campo de aplicación adecuado al contexto escolar.
12.-	Evaluar el trabajo realizado para reformularlo y reorientar el proceso.

Ambientalización Curricular con Investigación de la Acción: IA/AC

Figura No. 1



DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

“En el futuro, los nuevos reinos, serán imperios del conocimiento; y podrá haber países con los más hermosos paisajes, las mas puras y cristalinas aguas y valiosos habitantes, pero si no se preocuparon por tener una educación que los capacite para generar conocimientos, tan sólo serán los esclavos de los nuevos imperios”
Albert Einstein.

5.1 Posición que se asume frente al objeto de estudio

Con objeto de dar respuesta a la pregunta orientadora fundamental: *¿Cómo puede contribuir la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia a generar en el niño o niña de hoy, un interés genuino por el estudio y el conocimiento de la ciencia, en general, y por la conservación de los recursos naturales en lo particular?*, y luego de la revisión de literatura y análisis de múltiples ideas aportadas por muy diversos autores; se propuso y se decidió el realizar una intervención curricular no formal *de orden ambiental*, a efectuarse al interior de la escuela y en convivencia con la educación formal, con objeto de que a través de ella se tome contacto con la realidad social y cultural circundante, por medio de la búsqueda de escenarios que permitan; tanto la construcción de conocimiento desde una visión del mundo compleja y pluridisciplinar, como impulsar la formación de los valores de responsabilidad y compromiso con el entorno.

- * Entendiéndose por una enseñanza de la ciencia de *orden ambiental*: una educación para el desarrollo, que busca tanto la adquisición de los conocimientos, como el propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes con la finalidad de plantear el cómo resolverlos a través de la construcción de *pensamiento emergente*, y
- * Por currículum, al proyecto educativo en construcción permanente; como hipótesis de trabajo y espacio social para compartir ideas y conceptos, así como experimentar sobre los problemas y valores educativos inherentes a los objetivos que el proyecto se propone desarrollar.

Creando prioritario para la puesta en práctica de cualquier propuesta educativa, el contar con el interés de aquellos a quienes va dirigida, se consideró como la mejor forma de captar su atención y lograr impactarlos para capturar su voluntad; el elegir una temática que siendo parte del dominio de los conocimientos de quien hace la propuesta, fuera igualmente un tema que, además de ser trascendental para la sociedad mexicana y latinoamericana en la consecución del desarrollo, fuera también integrador de una visión compleja de la realidad, y que a la vez presentara características que ofertaran la oportunidad de realizar actividades cognitivas y concientizadoras, que resultaran lúdicas para los niños y niñas.

Congruentemente con la propuesta que se hizo, se consideraron como premisas fundamentales para la elección del tema: la complejidad, la oportunidad brindada para una enseñanza con intención y su maleabilidad para responder, durante el proceso de ambientalización de los saberes, tanto a las exigencias cognitivas de los estudiantes, como a la posibilidad de incidir en sus sentimientos; así como a las necesidades didácticas del docente.

En este sentido, tanto para la consecución de lo anterior, como para el logro del desarrollo deseado, el suelo es un recurso natural indispensable, de cuya pérdida o degradación se desprenden graves situaciones sociales, del que dependen no sólo la posibilidad de contar con alimentos y agua, sino que es además indispensable para la realización y regulación de los ciclos biogeoquímicos que permiten al planeta ser un lugar hópito -pues como sistema complejo que es, guarda relaciones intersistémicas con todo lo que constituye y es la vida sobre La Tierra-; razones todas por las que el estudio del suelo como recurso natural, resulta ideal para el propósito de ofertar una enseñanza de la ciencia compleja e integrada a la realidad social, que a la vez nos ofrece la oportunidad de efectuar una enseñanza lúdica y concientizadora del medio a partir de la construcción de su conocimiento.

Una segunda razón para considerar el suelo como el tema adecuado, es el que, precisamente debido a su impacto social, nos permite una enseñanza no aséptica. Se cumple así tanto con la primera característica de la propuesta que se hace: *enseñar de forma comprometida con la construcción de una educación para el desarrollo sostenible*, a la vez que se responde a los objetivos planteados para este trabajo.

A efecto de realizar la intervención curricular no formal de orden ambiental propuesta, y una vez elegido el tema a desarrollar:

a) Se partió de considerar que los niños y niñas no son seres en blanco respecto a las ideas que se quieren tratar en la escuela; que por el contrario, ellos poseen información sobre el planeta, el suelo, el clima, las plantas, los animales, la producción de los alimentos que consumen y todos aquello que los rodea; incluyendo temas como la contaminación, el calentamiento global, el agujero de ozono, ó sobre problemas sociales como el narcotráfico, el desempleo, los braceros ó la sobrepoblación. El tema que se proponía abordar formaba ya parte de sus referentes de forma cierta o errónea, siendo por tanto necesario conocerlos mediante la aplicación de un instrumento de evaluación de ideas previas, para saber de dónde partir, pues con ellas, y a partir de ellas había que trabajar, para a través de la acción mediadora de quien realizaría la intervención, lograr que todas esas ideas se expresaran y expusieran al interior del grupo, y que mediante su sometimiento a discusión entre pares, se indujeran aportaciones y la autocrítica de sus propias percepciones, como medio para impulsar la construcción de nuevas ideas al respecto.

b) Sobre de esta base, se elaboró una programación secuencial de contenidos, actividades, discusiones, eventos, etc., que permitieran ambientalizar el saber acerca del recurso suelo, a través de un proceso continuo que hiciera posible; tanto escalar los conocimientos de los estudiantes de lo simple a lo complejo, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual: estableciendo etapas de construcción del conocimiento, y abordándolo desde las perspectivas social, política, cultural, etc., a la vez que se intentó hacerlo de forma lúdica.

Para ello, siendo la ambientalización curricular el principio aglutinador de la enseñanza en este trabajo, el conocimiento del recurso suelo como sistema, fue integrado a los conceptos, actividades, problemas, ejemplos, etc.; interrelacionándolo al sistema ambiente con el cual guarda relaciones intersistémicas complejas, y como parte que es del mundo en el que se construyen los conocimientos a fin de comprenderlo, integrando para ello diversas disciplinas a su tratamiento y explicación.

Como parte de la programación secuencial hecha para efectuar la intervención curricular, se consideró igualmente el que según Echeverría (1995), es precisamente en el ámbito de la enseñanza y la aplicación, donde se consolidan los conocimientos científicos normativos, por lo que se

incluyeron dinámicas de discusión y trabajo que nos permitieran abordar el conocimiento del sistema suelo desde esta perspectiva normativa; como problemas de vida, que se reflejan en todo orden: social, político y económico, para llevarlos a la reflexión, y alentar así la toma de conciencia acerca de sus responsabilidades para con el medio, pero también sobre el poder que el conocimiento les da, y el compromiso social que éste significa en cuánto al cómo usen el conocimiento durante su vida. En el **ANEXO A** se presenta como ejemplo, una secuencia metodológica completa de sesiones de trabajo que se elaboró para la organización del trabajo en el aula.

De igual forma, siguiendo los mismos tres ejes de las características que se consideraron para esta propuesta como los de mayor peso específico para una enseñanza de la ciencia de orden ambiental: la *complejidad*, la *interdisciplina* y la *creatividad*; se aportan en el punto **5.9.5**, así como en los diversos anexos: una secuencia de experiencias didácticas, una selección de sólo tres actividades experimentales que se desarrollan en extenso, y se mencionan diversos ejemplos didácticos que muestran el cómo se procedió para la realización de esta intervención curricular no formal *de orden ambiental*. El desarrollo en extenso de estos ejemplos y otros materiales elaborados, se encuentran y pueden ser revisados en los diferentes anexos de este trabajo.

5.2 Exploración cualitativa de los cambios en el pensamiento infantil

El trabajo desarrollado se basó fundamentalmente en una metodología procesual cualitativa, de orientación exploratoria e interpretativa⁴ que buscó descubrir los cambios en el pensamiento infantil, cuando se aplicó una propuesta de trabajo, cuyo punto de partida no fue la memorización del contenido curricular, sino la construcción de conocimiento, a la par que se buscó impulsar una conciencia colectiva de conservación de los recursos naturales para el logro de un desarrollo sostenible con *equidad* y *justicia* para todos. Se trabajó entonces en una investigación educativa que intentó por medio de la descripción, indagar, mediante la interpretación y comprensión de los cambios reflejados en los hechos de los niños y niñas (a través de su vocabulario, expresión, dibujos, cuestionarios, propuestas, trabajos, escritos, etc.), y referentes a comprensión, actitudes, motivaciones y valores, descubrir lo relevante en el desarrollo de su percepción individual y colectiva al respecto (Freinet, 1949; Makarenko, 1959; Giere, 1999 y Arca *et al.*, 1990).

Previo a la aplicación escolar de la propuesta, se realizó trabajo introductorio con los docentes y directivos, con objeto de que conocieran el planteamiento general de la propuesta, comprendieran que ésta forma parte del proyecto UNAM “Agroquímica para la educación básica, media y media superior”, y que la misma se desarrolla en conjunto con la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo con el nombre de ⁵“Así son los suelos de mi Nación”; igualmente se les impartió un curso introductorio, tanto sobre conocimientos generales acerca del recurso suelo, como sobre la temática ambiental y su incidencia en la educación.

La puesta en práctica de la propuesta consistió en la realización de un conjunto de acciones –cognitivas, prácticas, culturales, lúdicas-, dentro y fuera de la escuela, ligadas todas al proyecto ⁶“Así son los suelos de mi Nación”, y tendientes a mostrar a los niños y niñas, en los hechos; coherencia entre lo *dicho* en el aula, con lo *hecho* en la escuela, y entre lo que se *hace* en la escuela,

⁴ Complementariamente se aplicó tratamiento estadístico a los resultados obtenidos, para medir los cambios esperados; entrecruzando la información cualitativa con la cuantitativa para enriquecer el análisis.

⁵ ® 03-2008-031411423000-01

⁶ ® 03-2008-031411423000-01

con las *acciones* en la vida profesional y ciudadana, para conforme a los objetivos particulares planteados: aportar ejemplos de cómo se intentó, en este contexto, iniciar y motivar a niños, niñas y jóvenes en el estudio de esta área de la ciencia, a través de la propuesta pedagógica interdisciplinaria que se hace.

5.3 Diseño General de la investigación

Para el diseño general de la investigación se consideraron las siguientes etapas:

- * La selección de aquellas características que se consideraron permitan la evaluación
- * Definición del ámbito general de la investigación.
- * Selección de individuos y definición de la población para la instrumentación de la propuesta.
- * Definición de indicadores y forma de evaluarlos.
- * Instrumentación de la propuesta.
- * Diseño y aplicación de los instrumentos necesarios para la recolección de la información.
- * Aplicación de los cuestionarios, organización, tratamiento y análisis de los resultados.
- * Sistematización e interpretación de los resultados
- * Publicación de resultados.

De forma congruente con el carácter procesual de esta propuesta de construcción del conocimiento, se consideró que el diseño general de la investigación debía ser flexible, con objeto de adaptarlo, tanto al proceso de aprendizaje del niño, como a situaciones imprevistas, y permitir cambios cuando estos fueran considerados necesarios; debiendo consensuar con los docentes tanto el lenguaje utilizado, como el nivel de tratamiento de los temas, con objeto de que éstos sean óptimos pedagógicamente y congruentes con los contenidos curriculares que se estén abordando en el aula, aceptando sus críticas y sugerencias, para trabajar en equipo.

5.4 Selección de las características que deseamos conocer

En función de considerar este trabajo como *un proyecto educativo en construcción permanente, donde el currículum, no es sino una hipótesis viva de trabajo, un espacio social para experimentar los problemas cognitivos y valores educativos que el proyecto se propuso desarrollar*; los cambios que se buscaron observar corresponden, a la evaluación de la evolución de las ideas de los alumnos en un gradiente de lo simple a lo complejo, tanto respecto a cambios cognitivos, como de habilidades e indicios de cambios en sus percepciones: valores y actitudes.

La razón de esta diferencia está en el hecho de que los valores no son innatos, se construyen, y por ello, podemos considerarlos como ideales a alcanzar, que nos representan retos a vencer en la

cotidianeidad de la vida: en cada actividad que realizamos y cada relación que establecemos (O. E. I., 1995).

Estos valores, forman parte de la experiencia diaria del convivir con los demás, y se expresan de diversas maneras: en los comportamientos, las opiniones y la interacción con otros. Se construyen cotidiana y aparentemente en el “silencio” del currículum oculto de la familia y la escuela. Los valores recibidos en el seno de la familia y que nos fueron directamente inculcados, o que tácitamente asimilamos, son los que constituyen nuestros principios; son parte inherente nuestra. No los cuestionamos, pues son parte de nuestros criterios de vida y conforman nuestra conciencia; por ello, es tan difícil el cambiar.

Por estas razones no se esperó cambiar los valores y actitudes durante el periodo en que se realizó esta experiencia, pero sí se intentó impulsar ese cambio.

5.5 **Ámbito normativo de la investigación**

La Carta de la Tierra es un obvio llamado a todos los protagonistas del proceso educativo, pero muy especialmente para los docentes, quienes deben asumir la responsabilidad histórica de definir y defender los contenidos a incluir, y las decisiones a tomar, a efecto de hacer realidad el mejoramiento de la calidad educativa para el logro de los objetivos que en ella se plantean; abriendo ésta no sólo a toda posibilidad de conocimiento, sino a la par, al abanico de valores que requiere tener como eje, la educación para la sostenibilidad.

En este marco e intentándolo, se hizo para la educación básica, una propuesta interdisciplinaria de enseñanza de las ciencias *para el desarrollo, ligada a la teoría social*, que incluye, integra y conjuga conocimientos, ejemplificando particularmente – el cómo se propone hacerlo-, con algunos de los fenómenos físicos y fisicoquímicos que involucran al recurso suelo como medio de producción de las plantas, en un contexto social, histórico y de equilibrio con la naturaleza: tratando de realizarlo en forma analítica, sistemática, clara, precisa y accesible a su edad, generando en los niños, niñas y jóvenes, conocimientos no acabados, aún en proceso de construcción, más no por ello incorrectos o no científicos, pretendiendo incentivarlos al estudio y propiciar que adquieran el gusto por descubrir, adquirir y vincular nuevos conocimientos de forma crítica y propositiva, a la vez que descubrir tempranamente sus gustos e inclinaciones frente a áreas del conocimiento y perspectivas de la ciencia no exploradas en este nivel educativo; tal y como es el caso del área edafológica desde la perspectiva interdisciplinaria.

Se retomó para ello el planteamiento pedagógico de Celestine Freinet (*Ibid*), para trabajar la propuesta escolar sobre tres ejes fundamentales:

- * Los valores y las actitudes: trabajando para construir conocimientos ligados a valores colectivos que posibiliten el desarrollo de forma sostenida en el tiempo, como principio aglutinador de la enseñanza.
- * El trabajo en la parcela agrícola: organizando el trabajo experimental en torno a ella, como una unidad integradora que les permita observar, medir, identificar, clasificar, analizar, investigar por cuenta propia de forma práctica y documental e integrar, para poder crear y construir su propio conocimiento - mediante la realización del conjunto de actividades que van desde la toma de decisión sobre el reparto del terreno y señalización; evaluación de la

superficie, trazo, orientación y preparación del suelo; qué, cómo y cuándo sembrar; planificación de cultivos, rotaciones, actividades, responsables, etc., hasta la observación, registro y cuantificación del proceso productivo-; *priorizando trabajar en equipo, discutir e integrar observaciones para construir conocimientos, valores y principios, sin descuidar capacidades individuales y siempre sumándolas al trabajo colectivo, a fin de fomentar el desarrollo de actitudes y capacidades de actuación compartida y solidaria.*

El trabajo en la parcela se abordó de forma lúdica e interdisciplinaria, y todos los grados escolares con que se trabajó, tuvieron un espacio en tiempo semanal y superficie asignada para su trabajo en ella. Igualmente todos los maestros participaron con objeto de aprovechar todo trabajo y evento en la parcela para vincularlos con el total del currículum oficial, según el tema que ellos estuvieran abordando en ese momento, pero siempre en el contexto del desarrollo sostenible.

- * “La imprenta”: –utilizando desde el texto manuscrito, hasta el digital a través del uso de medios electrónicos y multimedia- como expresión individual y colectiva de los conocimientos ligados a valores y principios, lo que implicó tanto seleccionar, estudiar, comprender y organizar la información; como el exponer, *argumentar y defender la forma de pensar*, y aprender a *concensuar con su grupo*.

5.6 Selección de individuos y definición de la población para la instrumentación de la propuesta

Visualizar la construcción del conocimiento como un proceso continuo y por tanto siempre inacabado, que parte del reconocimiento de la existencia de conocimientos, intereses y sentimientos previos de los alumnos; no sólo implica la necesidad de conocer éstos antes de iniciar la puesta en práctica de la propuesta, sino igualmente el organizar la propuesta y adaptar los contenidos a partir de ellos.

Dichos conocimientos previos constituyen el marco cognitivo de referencia del cual se desprendió la planificación de todo el trabajo realizado, razón por la cual, y dado que no se realizó selección de los individuos a tratar de forma aleatoria, sino por el contrario, se partió de grupos de escolares ya formados al interior de las dos escuelas de forma previa al inicio de la puesta en práctica de la propuesta -*grupos intactos*, siendo uno de ellos el *grupo control*-; se buscó por lo tanto partir de grupos escolares participantes y testigos lo más similares que fuera posible -a efecto de disminuir la falta de validez interna y externa-, en las variables relevantes para el estudio: edad, sexo (todos los grupos son mixtos), y año escolar, condición socioeconómica, nacionalidad, y zona geográfica escolar y habitacional a nivel de municipio.

Para seleccionar la población objeto de la intervención, se tomó en cuenta que la identificación y evaluación de los procesos de construcción de conocimientos y valores, requiere que los estudiantes evalúen diferencias cuantitativas, manipulen, analicen, etc. para poder criticar, discutir y proponer, es decir para aplicar metodologías que permitan observar características de construcción de conocimiento y reestructuración de pensamiento.

Por ello, si bien la propuesta se hace para toda la educación básica, los niveles educativos que constituyeron la muestra, correspondieron a los grados del 5° al 6° de primaria: es decir aquellos en los que los niños y niñas saben leer, escribir, realizar las cuatro operaciones básicas y se espera posean, tanto un mayor grado de comprensión de la lectura, como habilidades motrices finas que

les permitan realizar experiencias cualitativas y cuantitativas; porque si bien las capacidades de los más pequeños no son inferiores, la cualificación de las características a evaluar es posible realizarla con mayor facilidad con niños y niñas que posean las características antes mencionadas.

La implementación del proyecto fue acordada con autoridades y docentes, respetando el trabajo de la escuela, programando la intervención y adecuándola para ser llevada de forma acorde tanto con el avance curricular -según los temas estaban propuestos en el programa oficial de la SEP-, como por ejemplo con: el clima para sembrar, cosechar, etc., y aprovechando además las fechas nacionales. Sumándose a la escuela y no interfiriendo con ella.

El trabajo se llevó a cabo con la colaboración de niños y niñas del 5° y 6° grado de educación básica, del Instituto educativo “Profesor Alfonso Sánchez García” y de la Escuela Primaria “Leyes de Reforma” –alrededor de 60 estudiantes por escuela-; ambas en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, contando para ello con la aprobación de las autoridades y docentes, así como con el conocimiento de los padres de familia en ambos centros educativos.

5.7 Indicadores, criterios y forma de evaluación

El hacer para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación para el desarrollo - ejemplificando con el tema suelo-, fue el problema u objeto de estudio que se abordó.

La evaluación de los cambios de ideas y percepciones de orden ambiental, en los individuos a quienes se aplicó la propuesta de ambientalización curricular para la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, nos permitirán conocer si como resultado de su aplicación, se produjeron o no los cambios esperados, comparándolos con los del otro grupo de niños y niñas a los que no se les aplicó dicha intervención pedagógica, sino únicamente la enseñanza tradicional, y que constituyeron el grupo control o testigo.

5.7.1 Indicadores

Dado que el aprendizaje logrado sólo será significativo en la medida que se logre la construcción de nuevas representaciones –en relación a los conocimientos previos del individuo-, basadas en la comprensión del significado de la nueva información (Ausubel, 1973); evaluar cambios de ideas y percepciones de orden ambiental, significa entonces evaluar:

- a) La evolución de las ideas de los alumnos en un gradiente de lo simple a lo complejo, tanto en cambios cognitivos, como de habilidades y destrezas prácticas, e
- b) Indicios de cambios en sus percepciones: valores y actitudes.

5.7.2 Criterios de evaluación

Existen en la literatura algunas características que nos pueden auxiliar en cuanto a esta evaluación de la evolución de las ideas de los alumnos de lo simple a lo complejo (Correa, 1994); desde un enfoque aditivo de la realidad a otro más sistémico, desde un centramiento en lo próximo y evidente a una visión descentrada y relativizadora, de una idea estática y rígida del orden, a una cambiante y

evolutiva de la realidad. Para ello pueden ser consideradas tres dimensiones o categorías metadisciplinares de transición, conforme a esta propuesta:

- a) La manera que tienen los sujetos de interpretar la organización del medio: cómo logran categorizar sus elementos y las relaciones que configuran el medio.
- b) El tipo de relaciones causales que reconocen: cuál es su explicación causal de los fenómenos que se dan en el medio, y
- c) La consideración del cambio y la estabilidad.

Estando sin embargo claros en que, como desde la introducción se dijo; en este trabajo los resultados de las acciones realizadas en el aula, guardan en sí un valor intrínseco: con relación al valor educativo que tienen por sí mismas como experiencia y no por su valor como instrumentos que arrojen datos numéricos.

No se plantea por tanto el obtener de la evaluación de estos indicadores y mediante estos criterios, datos numéricos ni dar respuestas; sino congruentemente con los objetivos planteados: proponer explicaciones acerca de si la forma de abordar los conocimientos puede incidir en la consecución de los mismos. No obstante y como complemento, se presenta el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos en el **ANEXO A**.

5.7.3 Forma de evaluación

Los niños de los grupos de trabajo recibieron, o se les aplicó el tratamiento-propuesta no formal al interior de la escuela formal; en tanto que los niños del grupo testigo recibieron sólo la acostumbrada educación escolar. La evaluación es pues comparativa, entre las respuestas de los grupos de trabajo que recibieron el tratamiento-propuesta, y las de los grupos testigo ó control que sólo reciben la formación tradicional; *siendo por tanto, las respuesta de los grupos a las preguntas sobre el sistema suelo, que en un continuo de lo simple a lo complejo se les pidió contestaran*, la variable de respuesta, interés ó dependiente.

La diferencia de respuestas de los niños que recibieron el tratamiento-propuesta, respecto a las respuestas de los niños que sólo recibieron la acostumbrada educación escolar, me indican el efecto del tratamiento. La forma de evaluar esta diferencia ó cambio de las ideas de los niños de lo simple a lo complejo, debida al tratamiento-propuesta, es a través de sus respuestas: marcadas, escritas y en dibujos, conforme a los indicadores o categorías metadisciplinares de transición que para evaluar este trabajo se proponen en el punto anterior.

Para ello, todos los artículos, preguntas o ítems propuestos, fueron contruidos con objeto de evaluar cambios de ideas de acuerdo a dichas categorías, y se organizaron para en orden de complejidad consecutiva, evaluar de lo simple a lo complejo esos cambios, conforme a estos indicadores y categorías. Las respuestas marcadas, escritas y los dibujos de todos los niños, representan por tanto, sus conceptos respecto al sistema suelo: de lo simple a lo complejo, al momento de la evaluación: el efecto de la aplicación del tratamiento-propuesta, corresponde a la diferencia de conceptos existente, respecto al sistema suelo: de lo simple a lo complejo, al momento de la evaluación, entre los grupos de trabajo y el grupo testigo.

5.8 Diseño, validación y aplicación de los instrumentos para la investigación

Dadas las características de la información que se deseaba obtener, se prefirió emplear pruebas escritas, que permitieran evaluar tanto los cambios cognitivos, como indicios del desarrollo de una cultura y conciencia colectiva de conservación de los recursos naturales que se proponen; partiendo de sus ideas previas y caracterizando los valores y principios de que se partió, para detectar después, posibles cambios en conocimientos, principios y valores colectivos indispensables al desarrollo sostenible, con objeto de dar respuesta a las interrogantes de investigación propuestas, para lo cual se elaboraron cuestionarios con planteamientos y preguntas que incluían los conceptos que nos interesaba evaluar: cambios cognitivos, e indicios de cambio de valores y actitudes. Para su elaboración, se combinaron preguntas discriminativas de opción múltiple, con preguntas de expresión escrita y dilemas morales.

Estos instrumentos de evaluación se buscó permitieran a la vez distinguir, tanto entre conocimientos memorizados y aquellos que son interiorizados a través de un proceso interdisciplinario de construcción social del conocimiento, como entre valores que se recitan, y aquellos que empiezan a dejar huella en los niños y niñas, como seres socialmente en formación a través de la institución *ad hoc* para ello: la escuela, generando un cambio de actitud como respuesta a los “estados físicos, intelectuales y morales” (Durkheim, 2003: 8), que se pretendió suscitar y desarrollar en ellos.

Para validar los instrumentos, primero se sometieron los artículos con que pretendía construir los cuestionarios a validez frontal para evaluar: tanto si los artículos estaban lógicamente relacionados a la construcción fundamental, como la relación entre los artículos y el criterio a evaluar; esto mediante juicio cualitativo de expertos. Con el objetivo de apoyar este juicio cualitativo de expertos, se evaluó la confiabilidad del conjunto de artículos ó ítems, que conformaron las escalas con que se construyeron los cuestionarios, con un mismo grupo de 20 participantes de educación básica por el método de formas alternas (ó paralelas = correlación de registros en mediciones paralelas de la escala = son diferentes pero equivalentes); es decir, los encuestados contestaron versiones alternas de las escalas en dos tiempos diferentes; y se estimó la confiabilidad mediante correlación entre ambos registros. El tratamiento estadístico de estos datos, se presenta en el **ANEXO H**.

Los planteamientos, problemas y preguntas de todos los cuestionarios se sometieron a la opinión de los profesores y autoridades de los planteles en que estudian los alumnos a quienes se aplicaron. Se aceptaron sus sugerencias con la finalidad de que no existiera discordancia cognitiva entre la enseñanza básica recibida y el enunciado de los problemas, preguntas, el contenido de las experiencias y los temas tratados, ni dificultad pedagógica para su comprensión; también se modificaron los artículos en los cuestionarios en cuanto a vocabulario, conforme a sus observaciones, y a efecto de que estos fueran comprensibles para los niños y niñas. Los instrumentos fueron de aplicación general a todos los grupos y niveles que constituyeron la población en ambos centros educativos.

5.9 Instrumentación de la propuesta

El hacer para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación para el desarrollo - ejemplificando con el tema suelo-, es el problema u objeto de estudio que se abordó. En tanto que ambientalizar el saber acerca del recurso suelo, a través de un proceso metodológico continuo que hiciera posible; tanto escalar los conocimientos de

los estudiantes de lo simple a lo complejo, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual: estableciendo etapas de construcción del conocimiento, cuyos niveles de complejidad sean cada vez mayores –en términos de relaciones- y por ende, más cercanos a una percepción de la realidad, es la meta que se buscó lograr.

Aportar experiencias didácticas y compartir la metodología seguida para intentar enseñar ciencias para el desarrollo, utilizando para ello como tema, la existencia de un recurso no renovable complejo: el sistema suelo, fue el objetivo principal de este trabajo. En el punto **5.9.5**, así como en los diversos anexos se hace esta aportación.

El explicar ahora cómo se efectuó la puesta en práctica de la propuesta, con niños y niñas de 5° y 6° de primaria, es la finalidad de lo que a continuación se escribe.

5.9.1 Preparación del trabajo con los docentes y en la escuela

Con objeto de iniciar la aplicación escolar de la propuesta y como parte del trabajo introductorio de la misma, se realizaron sesiones explicativas con los directivos y los docentes; una vez en acuerdo, también se convocó a los padres de familia.

Tal y como ya antes se mencionó, se les presentó la propuesta de trabajo, objetivos, metodología, compromisos y perspectivas esperadas, dejando claro que ésta forma parte del proyecto Fundación UNAM “Agroquímica para la educación básica, media y media superior”, el cual si bien es de orden escolar; a su vez se desarrolla e inscribe en un contexto de coparticipación mucho más amplio con la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, con el nombre de ⁷® “Así son los suelos de mi Nación”.

Como preparación, se impartió un curso a todos los docentes, aún aquellos que se estimaba que no participarían directamente en el proyecto -como es el caso de los profesores de música, deportes e inglés-, a efecto de que todo el personal estuviera enterado de lo que en la escuela se trabajaría; otra razón para ello, es que todos los docentes requieren tener conocimiento acerca de los temas a tratar, dado que son quienes interactúan directamente con los niños y niñas. Sin embargo, se dejó claro desde el inicio que:

- 1) La propuesta no se aplicaría a los estudiantes sino hasta el siguiente año escolar.
- 2) Que ésta se abordaría mediante acciones colectivas y no individuales, así como que todo se programaría de antemano con ellos sí, pero organizado en conjunto desde la Dirección escolar.
- 3) Que para algunos grupos, la intervención pedagógica directa sería realizada por la proponente y no por el profesor. Sin embargo, en todo momento el profesor del grupo estaría presente durante toda intervención; tanto para estar al tanto de lo que en su aula se dijo e hizo, como para que la comunicación entre estudiantes-profesor-interventor-dirección, fuera clara y expedita.
- 4) Que la intervención se realizaría cada ocho días, por espacio de dos horas a la semana.

- 5) Que se intervendrían sólo los grupos de 5º y 6º, así como que la selección de los grupos testigo y de trabajo se haría al azar.
- 6) Que la selección sólo se debía a que el proyecto se evaluaría, y por ello se requería que el trabajo fuera hecho por un mismo interventor.
- 7) Que durante todo el año, como parte de la propuesta, se trabajaría en la parcela escolar, buscando así aprovechar todo trabajo, suceso y evento en ella presente, para vincularla con el currículum oficial, según el tema que se estuviera abordando en ese momento, con objeto de vincular y potenciar didácticamente la enseñanza; observando siempre el hacerlo en el contexto del desarrollo sustentable.
- 8) Los niños y niñas expresarían sus ideas al respecto de este trabajo mediante periódicos murales, expresiones artísticas, o cualquier otra forma escrita u oral que ellos desarrollaran.
- 9) Que el marco de desarrollo de toda la propuesta sería La Carta de La Tierra y que durante todo el año escolar toda actividad se enmarcaría en ese contexto.

El curso para docentes se llevó a cabo todos los martes de 14-16 hrs., durante el año escolar 2005-2006, en horario extra de sus labores; lo que nos permitió compartir alimentos durante breves “recreos” y establecer más fácilmente una relación de pares. La temática incluyó e interrelacionó, tanto conocimientos básicos sobre el suelo, su rol e interacción con el medio ambiente; como el análisis y discusión de conceptos básicos de educación ambiental –sobre documentos oficiales de la ONU, UNESCO y artículos de revistas arbitradas o de divulgación de la ciencia-, así como la presentación y reflexión sobre los dos últimos proyectos de la ONU: La Carta de La Tierra y “La Década de la Educación para el Desarrollo”, cerrando cotidianamente, con una puesta en común y toma de conciencia sobre lo tratado en cada sesión.

La respuesta de los docentes fue de propuesta, aportando ideas y material didáctico y multimedia que tenían ó buscaban, pensando ya en cómo aprovechar los temas que se trabajaban cuando la propuesta se pusiera en marcha al año siguiente.

El año escolar 2006-2007, se trabajó la propuesta, participando como resultado de ella, en un conjunto de acciones dentro y fuera del ámbito escolar, ligadas todas al proyecto ⁸“Así son los suelos de mi Nación”, a través del cual se participó a nivel nacional y latinoamericano; tanto en calidad de ponentes orales en el Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo, como exponiendo, con el título: “Abre ojos, para oír y aprender sobre la tierra”, su proyecto escolar de niño a niño, en un stand durante el XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, siendo no sólo el único stand que presentó un proyecto escolar, sino también el único cuyos expositores fueron niños y niñas que se dirigían a niños y niñas.

Involucrarlos en ello, tuvo como razón fundamental de ser, no sólo su crecimiento mediante el desarrollo de diversas capacidades y habilidades individuales y colectivas, sino más importante aún era el hilvanar en la cotidianeidad, los *hechos* y las *acciones* de forma contundente, como la mínima coherencia que ellos podían esperar de quien irrumpió en su aula planteando ideas y alternativas, con respecto a sus *hechos* y *acciones* en la vida profesional y ciudadana.

5.9.2 Preparación del trabajo con los niños y niñas

Intentando hacer un aporte, se implementó, para la educación básica, una propuesta de enseñanza de las ciencias que como ya antes se definió; incluye, integra y conjuga conocimientos sobre los fenómenos físicos y fisicoquímicos que *involucran al suelo como medio de producción de las plantas* -y por tanto de obtención de alimentos indispensables a la subsistencia-, tratando de abordarlos en forma analítica, sistemática y clara, pero a la vez, accesible a la edad de los estudiantes, para generar conocimientos no acabados sino en proceso constante de construcción.

Al igual que como antes se hizo con los docentes y la dirección, se invitó ahora a los niños y niñas a participar en lo que se les dijo era un proyecto Fundación UNAM que se desarrollaría en conjunto con la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, con el nombre de ⁹® “Así son los suelos de mi Nación”.

Como parte de la propuesta educativa, y con objeto de introducirla de forma justificada y capturar su interés, se abordó en conjunto con ellos, una discusión dirigida sobre las graves carencias, necesidades y problemas actuales de la población, a través del análisis histórico del desarrollo social, económico y político de México. Esto nos permitió concluir que son varios y diversos, pero también que dos de ellos: el de la degradación del medio ambiente al igual que el de la producción de alimentos, constituyen algunos de los más graves, y que la solución de ambos *involucra al recurso suelo, como un recurso natural imprescindible a preservar*.

Una vez definida el área del conocimiento que abarcaría el proyecto, se conformó un programa general para realizar, organizar e integrar, conocimientos en torno al trabajo en la parcela agrícola, con objeto de conducir al niño a que se familiarice con conceptos básicos de la ciencia del suelo, de forma integrada y vinculada a otras ciencias, a la vez que asimila e interrelaciona algunos de sus conceptos e involucra en ello sus emociones, sensaciones y vivencias concretas de trabajo. A través del esfuerzo cotidiano en la parcela agrícola (Carbonell, 1980 a y b; Caivano, 1994) se buscó imprimir a esta actividad un gran valor agregado, mediante la realización del mismo; incentivando, a través de la expresión de sus sentidos (el del gusto con reservas y sólo cuando el profesor lo indique), que las haga suyas, las enlace y enriquezca con el uso del lenguaje escrito, hablado, matemático, lógico, etc., así como con la geografía, historia, civismo..., y las relacione con los conocimientos adquiridos en el aula; los que se dirigen y amplían a fin de lograrlo, mediante conjuntos de actividades experimentales que, para tal efecto, se diseñaron y que se ejemplifican de forma desarrollada tanto en este mismo capítulo o en los diferentes anexos.

La propuesta utilizó el recurso suelo para aprender ciencias y adquirir valores, bajo el planteamiento pedagógico de la obtención del conocimiento y la apropiación del mismo, a través de la realización del trabajo cotidiano (Freinet, 1984; Driver, 1988); para lo cual, se diseñaron y planificaron diversas actividades experimentales que el niño desarrolla, a la par que *evalúa, organiza, observa, registra, cuantifica, discute, analiza,...etc., no hay programa ni frontera definida, el límite es el interés de los estudiantes y la capacidad del profesor*, quien obviamente deberá adecuarse a la edad y nivel escolar que ellos tengan y trabajar en la construcción de un currículum dinámico, ajustándolo a las necesidades cognitivas del grupo, edad, lugar y recursos; ofreciéndose la oportunidad de ejercer su autonomía profesional de forma ética, pero también de ejercitar su creatividad para desarrollar una docencia viva.

9 ® 03-2008-031411423000-01

El trabajo se realizó en torno a temas centrales que se seleccionaron –aprovechando también coyunturas sociales, culturales, ambientales y económicas que afectan a la sociedad: la crisis actual de alimentos y energía por ejemplo-, de los cuales se derivan fases experimentales que el alumno realiza a lo largo del año escolar en su salón de clases y en la parcela. Se apoyó también en el trabajo de investigación en casa: libros, revistas de difusión de las ciencias y periódicos, videos, programas educativos de televisión, así como en el realizado en la biblioteca escolar y en el *análisis cotidiano y propositivo de su impacto en la cotidianidad de la vida del niño, como vía de construcción de conocimientos, valores y principios*; proceso que, al inicio fue guiado e impulsado por el asesor, pero después, cada vez más tan sólo se les vigila y auxilia, mientras se aprende de ellos y se acopian sus múltiples ideas.

Se buscó que los materiales y reactivos no fueran una limitante para la realización de este trabajo y que, en cualquier situación socioeconómica en que el niño y su escuela se encuentren, este proyecto pueda realizarse y ofrezca iguales posibilidades de exploración del pensamiento y de la curiosidad a los niños, niñas y jóvenes del medio rural mexicano, que a los de la ciudad; para garantizarlo, se utilizaron materiales de bajo costo, accesibles y, la mayoría, obtenidos del reciclaje. Los “reactivos químicos” son de origen casero o simplemente los disponibles en su medio ambiente, de manera que se adecuen a la situación geográfica nacional y a la economía del hogar y de la escuela del niño, así como que éstos fueran inocuos para ellos, a efecto de que puedan no sólo repetir en casa las experiencias cuantas veces quieran, sino también generar ideas propias al respecto.

En el **ANEXO B** se presenta como ejemplo la organización de una secuencia metodológica de 16 sesiones de trabajo.

5.9.3 Trabajo en equipo: porque no se puede sumar, si no se es capaz de llegar a acuerdos

Se argumentó ya que educar para el desarrollo, significa enseñar ciencia para un cambio profundo en los comportamientos individuales, e implica buscar, de forma premeditada a través de la construcción del currículum, el impulsar la formación de los valores colectivos sobre los individuales, para construir el mundo al que se aspira.

Consecuentemente con lo anterior, la propuesta se hizo en términos de priorizar el trabajar en equipo, discutir e integrar observaciones para construir conocimientos, e impulsar valores y principios, sin descuidar capacidades individuales y siempre sumándolas al trabajo colectivo a fin de fomentar el desarrollo de actitudes y capacidades de actuación compartida y solidaria; y nada más a propósito para lograrlo, que el trabajo lúdico pero comprometido en la parcela agrícola escolar, en respuesta a la *necesidad de manipular, observar y experimentar para aprender, y aplicarlo en la vida*. Por ello, el trabajo en la parcela se fundamentó en el reconocimiento que se comparte con Pérez, (1995), de que gran parte de los problemas educativos, no responden a importantes carencias cognitivas, sino al insuficiente desarrollo de actitudes y capacidades de actuación compartida y solidaria, por lo que éste se inició con los niños y niñas tomando la decisión de cómo repartir el terreno de la parcela, cómo señalarla, quiénes hacen el letrero, de qué color, etc.

Ellos evaluaron la superficie disponible y definieron qué sembrar, pero el cuándo: definido por el clima, y el cómo que ellos no conocían, fue parte de su aprendizaje al respecto. Planificaron las dimensiones de los lotes en función del número de grupos o equipos participantes, así como el trazo, la orientación del lote –en función del sol y la época del año- y si se haría o no rotación de

cultivos. Se organizó en conjunto con ellos el calendario de labores y ellos definieron los responsables de las actividades. Observaron y registraron: ¿qué organismos se encontraron en el suelo?, ¿cómo se llaman?, ¿todas las especies sembradas crecen igual?, ¿requieren de las mismas labores?, ¿maduran al mismo tiempo?, ¿obtenemos los mismos rendimientos?, ¿son morfológicamente iguales?, ¿las atacan las mismas plagas?

Se cuantifica peso en seco y húmedo, porcentaje de humedad y rendimiento. Se investiga: ¿por qué se forman los terrones?, ¿cómo se controlan las plagas? Se discute: ¿hacemos siembra directa o trasplantamos?, ¿elaboramos composta o fertilizamos? Se analiza, por ejemplo, cómo están interactuando en el suelo y con la planta, los ciclos que, gráfica y descriptivamente, todos los estudiantes aprenden en los cursos teóricos (ciclos del C, N, O y agua), ¿por qué no todos los suelos son igualmente productivos? Como antes se señaló, el límite es el interés de los estudiantes y la capacidad del profesor. Los cultivos propuestos para el trabajo en la parcela agrícola son de ciclo corto, y no muy delicados, que se acoplen al calendario escolar: zanahoria, calabacita, rábano, lechuga, col, betabel, etc. En el **ANEXO C** se muestra material elaborado para organizar y registrar el trabajo en la parcela.

5.9.4 Una enseñanza de las ciencias ligada al contexto social y no al margen de él

Otro de los planteamientos substanciales de la propuesta de enseñanza de las ciencias que se hizo, es el que además de integrar y conjugar conocimientos de forma interdisciplinaria, ésta debe estar ligada a la realidad social.

Con este objetivo, se diseñaron, planificaron y llevaron acabo diversas actividades pedagógicas y experimentales, trabajándolas como ya se dijo, de forma paralela a las labores en la parcela agrícola, y supeditándose a su ritmo, permitiendo dar explicación a las labores realizadas y las observaciones hechas en campo, para que finalmente les ayuden a concluir que *el Suelo es sostén y despensa para la planta*; a la vez, que se relacionan e integran con las matemáticas (calcular áreas, densidades de siembra, rendimientos..), geografía (clima, suelo, hidrografía, orografía..), civismo, historia, biología, economía, etc. Trabajando la propuesta mediante la conformación de unidades articuladas y organizadas en torno a ese trabajo en la parcela agrícola como unidad integradora, que nos permita, como ya se dijo, iniciarlos en el conocimiento de la ciencia del suelo, pero a la vez enmarcar los temas en un contexto social e histórico que contribuya a su formación humana. Como ejemplo del diseño, planificación y ejecución de estas actividades experimentales, cuyo objetivo es *evaluar, organizar, observar, registrar, cuantificar, discutir, analizar,...etc.*, se presenta una secuencia de ellas en el punto **5.9.5**

Las unidades propuestas para ello son:

<p>1. El suelo: partículas principales que lo forman y sus propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Disoluciones y sales b) Solubilidad c) Textura d) Estructura e) Capacidad de campo 	<p>2. Los coloides del suelo: erosión y degradación</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Contaminación y crecimiento vegetal b) Efecto invernadero c) Floculación-defloculación: efecto del pH d) Tecnologías agrícolas y de conservación prehispánicas.
---	--

Durante el desarrollo de la primera unidad se pretende que el niño comprenda que el suelo está constituido por dos fracciones: la orgánica y la inorgánica, así como cuáles son los constituyentes de cada una de ellas y qué papel desempeñan éstos, para sostener y alimentar a las plantas. En la segunda unidad, se retoma y refuerza el concepto de coloide y el de floculación, a la vez que se introducen los de acidez, basicidad y pH, y se relacionan con el concepto de degradación del suelo.

Para hacer realidad su vinculación social e histórica, el programa se complementa con temas que pueden ser investigados por el alumno o expuestos por el profesor, según el grado escolar de los niños y niñas, el ritmo del trabajo escolar, y los temas que se estén abordando en el momento en el aula, así como el compromiso docente. A continuación, se presentan dos de estos temas correspondientes a sistemas prehispánicos de manejo y conservación del recurso suelo que son sostenibles:

- Erosión: las terrazas prehispánicas de Nochixtlán, en Oaxaca, México.
- Manejo y conservación: las chinampas de Xochimilco, en la Ciudad de México.

De esta forma, la interrelación de áreas diversas del currículum se hace realidad al seleccionar intencionadamente los temas sobre los que el niño investigue, pregunte, documente y de ser posible visite: ¿qué culturas mesoamericanas las construyeron?, ¿en qué época vivieron?, ¿cómo trabajaban y vivían?, ¿qué conocimientos tenían?, ¿cuáles eran sus formas de organización y producción?, ¿qué suelos poseían?, ¿cómo los clasificaron?, ¿qué otras prácticas culturales y de conservación establecieron?, etc. Finalmente, se busca que el niño exponga su trabajo, redacte su informe, discuta y acuerde con sus compañeros, elabore periódicos murales, realice investigación de campo, etc. y que al conocerlos, *se sienta orgulloso de sus orígenes, entendiendo que están presentes en el hoy de sus conocimientos y raíces.*

En el **ANEXO G**, se muestra un ejemplo de este tipo de trabajo de investigación, realizado por los niños y niñas, que fue presentado por ellos mismos, durante uno de los Congresos de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

5.9.5 Secuencia de experiencias didácticas propuestas y actividades experimentales que se aportan

Como ejemplos, y de conformidad con el objetivo principal de este trabajo, a continuación se presentan:

- a) *Una secuencia de seis experiencias didácticas cualitativas y cuantitativas.*
- b) *Una selección de sólo tres actividades experimentales desarrolladas en extenso.*
- c) *Un juego didáctico.*

a) *Secuencia de experiencias didácticas propuestas:*

La secuencia de experiencias didácticas elaboradas ex profeso, y cuyos objetivos corresponden al desarrollo de la primera unidad –los contenidos correspondientes se muestran en el

punto anterior-, ejemplifica la forma en que éstas se llevan a cabo, para el logro de los objetivos planteados: construir poco a poco conocimiento, e interesarlos en su obtención.

Éstas son de distintos niveles de dificultad en comprensión y ejecución, pero no necesariamente corresponden a diferentes edades o grados escolares, sino a diversas posibilidades de observación y abstracción de los estudiantes. De igual forma, responden a disímiles cualidades docentes para incentivar, construir estrategias didácticas, lograr presentarlas y potenciarlas: capturar el interés de los niños y niñas, desarrollar su capacidad de análisis, percepción y poder de razonamiento, a la vez que se dirige la construcción de su conocimiento.

Como muestra de esto último, la experiencia **cualitativa** número 2 del inciso **a)** de este apartado, se desarrolla también de forma **cuantitativa**, en el inciso **b)**; con una clara y totalmente diferente finalidad, perspectiva, alcance, profundidad y objetivo.

Al respecto, es igualmente necesario resaltar que, como ya antes se mencionó, todas estas experiencias didácticas tienen como objetivo fundamental guiar, *poco a poco*, a los niños y niñas a concluir que el suelo tiene la capacidad de sostener y alimentar a las plantas y que, por ello, éste es un recurso natural indispensable para la supervivencia de las especies. Sin embargo, no se pretende que mediante la realización de una actividad, experimento, o un solo conjunto de ellos, se cumpla con esta tarea, pero si se intenta lograrlo a través de conjuntos de secuencias experimentales que, si no le permiten llegar a dicha conclusión directamente, sí le den acceso a un conjunto de ideas con las que, paso a paso, construyan en el tiempo los conceptos necesarios para ello.

1) Experiencia cualitativa: que el niño observe el suelo y distinga las diferentes partículas que contiene, que lo toque seco y mojado; que juegue con el suelo entre sus manos y exprese, con sus propias palabras, las diferencias que perciba. Para ello, se eligen a propósito, suelos cuya proporción mineral mayoritaria de arena, limo o arcilla sea muy clara, para facilitar la percepción de sus diferencias durante esta primera experiencia.

Objetivo: que el niño distinga "al tacto" las diferentes partículas del suelo y su diferente capacidad para retener agua, como una consecuencia de su composición química.

Cuando la proporción mineral mayoritaria es:

Arena: el agua se le escurre entre las manitas.

Limo: retiene agua y es "jabonoso" al tacto, lo puede moldear pero se le resquebraja.

Arcilla: retiene agua, es moldeable, no se cuarteo y puede imprimir fielmente su huella digital.

2) Experiencia cualitativa: en dos botellas desechables, cortadas a la mitad y con perforaciones en el fondo, se coloca suelo: en una de textura arenosa y en otra de textura arcillosa; se agregan cantidades iguales de agua y se deja que ésta escurra. El agua que drena se recibe en otra botella, mientras se registra el tiempo que dura el goteo; por último, se comparan los volúmenes obtenidos y el tiempo de escurrimiento para ambos suelos.

Objetivo: que el niño observe y relacione los diferentes tipos de suelos con diferentes capacidades de retener agua y diferentes velocidades de infiltración del líquido a través del suelo.

Como ya se mencionó, esta misma experiencia se transforma en cuantitativa en el inciso **b)**, con muy diferente finalidad, perspectiva, alcance, profundidad y objetivo; lo que puede ser hecho prácticamente para todas las experiencias presentadas, según la edad, objetivo y alcance deseados.

3) Experiencia cuantitativa: en botellas desechables y con iguales cantidades de agua, se muestra a los estudiantes cómo, al mezclar con ella diversas sustancias comunes, como sal, azúcar, almidón, etc. y *suelo*; éstas se disuelven con distinta facilidad y en diferente cantidad, así como también que no todas se disuelven.

Objetivo: introducir a los niños y niñas en el concepto de solubilidad y sembrar la idea sobre la existencia de partículas de diferentes tamaños y con diferentes comportamientos: iones y coloides.

4) Experiencia cuantitativa y cualitativa: en una probeta de 1 L., se mezclan 50 g. de suelo con aproximadamente 900 mL de agua, y después se agrega agua hasta el punto de aforo, se agita la mezcla y se dirige la observación hacia el cómo, por más que ésta se agite, el suelo sí se dispersa, pero no se disuelve, y que en la dispersión las partículas de suelo, por su tamaño, son fácilmente observables a contraluz.

Objetivo: introducir al niño a los conceptos de dispersión, mezclas homogéneas y no homogéneas, y diferentes tamaños de partículas.

5) Experiencia cualitativa: comparar la mezcla anterior con otra hecha con sal común en iguales proporciones, insistiendo en observar el cómo, mientras la sal se disolvió sin que se agitara, el suelo se dispersa pero no se disuelve. A continuación, se colocan juntas ambas probetas y se invita a los niños y niñas a observarlas a contraluz.

Objetivo: observar cómo las partículas coloidales pueden verse a contraluz y las iónicas no.

6) Experiencia cualitativa: relacionar la concentración de las partículas de suelo con la cantidad de luz que pasa a través de las mezclas. Para ello, se repiten las experiencias y se hacen variar las concentraciones. Se invita a los niños y niñas a observar, dibujar, discutir, describir, analizar y concluir acerca de lo observado.

Objetivo: introducir a los estudiantes a los fenómenos de dispersión, absorción y transmisión de la luz por distintos tipos de materiales y en diferentes concentraciones. (Efecto Tyndall).

b) Selección de tres actividades experimentales que se aportan en extenso:

Siguiendo los mismos tres ejes que se consideraron para esta propuesta como los de mayor peso específico para una enseñanza de la ciencia de orden ambiental: la *complejidad*, la *interdisciplina* y la *creatividad*; se aporta:

Para ejemplificar la complejidad: una selección de sólo tres actividades experimentales que se desarrollan a continuación **en extenso** debido a su importancia.

La selección se hizo tomando en cuenta las características previamente definidas para una enseñanza de orden ambiental: construir conocimiento desde una visión del mundo compleja y pluridisciplinar, e impulsar la formación de los valores de responsabilidad y compromiso con el

entorno; pero a la vez, con base a aquellos objetivos pedagógicos de esta propuesta de intervención curricular que bajo mi punto de vista representan mayor dificultad, tanto a la comprensión, como para imaginar el cómo se pueden abordar en un nivel educativo básico: **1.- comprender que existe un límite de crecimiento sobre La Tierra, 2.- escalar los conocimientos de lo simple a lo complejo y 3.- avanzar hacia la equidad y la justicia.**

La interdisciplina está presente en el desarrollo de toda la propuesta, las actividades, los juegos y los ejemplos; en tanto que para ejemplificar la creatividad se aborda en específico en el inciso c), un juego didáctico que muestra el cómo se innovó de forma creativa para la realización de esta intervención curricular no formal y de orden ambiental.

1.- Los límites de crecimiento que la naturaleza impone:

Asumir la existencia de los límites de crecimiento que la naturaleza nos impone, orientando los conocimientos, los valores y las conductas hacia pautas sostenibles para el consumo y la gestión de los recursos, como una necesidad en la construcción del desarrollo, es una de los requerimientos que con base a la argumentación se consideraron indispensables para el logro de una enseñanza de orden ambiental. El cómo llevarlo al aula mediante una transposición didáctica que contempla la integración interdisciplinaria desde diversos campos del saber, a realizarse durante tres sesiones consecutivas de trabajo (durante tres semanas), se ejemplifica a continuación:

Materias que se incorporan: matemáticas, historia, geografía, ciencias naturales y su vinculación social.

Objetivos:

- Entender que no todos los suelos son fértiles
- Comprender que el suelo fértil es muy poco y se puede perder
- Fomentar la formación de una conciencia crítica y respetuosa del medio ambiente

a. ¿Cuánto suelo tenemos para producir nuestros alimentos?

Sabiendo que $\frac{3}{4}$ partes del Planeta Tierra son agua y sólo $\frac{1}{4}$ está constituido por tierra firme, se muestra gráficamente a los estudiantes, utilizando como modelo una manzana o una naranja, qué fracción real es la que constituye las zonas en que habitamos y cuál es su fragilidad.

De la fracción que queda: $\frac{1}{4}$, no toda es habitable, grandes extensiones conforman los desiertos, manglares, suelos rocosos y suelos de elevadas montañas en los que no podemos sembrar debido a sus inclinadas pendientes, y en los que por el contrario, el agua arrastra el suelo que así se pierde de esas zonas, erosionándolas. Esto hace que sólo la mitad del cuarto que constituyen las placas sólidas sea hóspita para el hombre, es decir $\frac{1}{8}$ del total del Planeta.

Parte de esta octava fracción, la ocupan las grandes y pequeñas ciudades que cubren por tanto el suelo con concreto, lo que hace que ese suelo ya no sea cultivable.

Por otro lado, la población mundial ha crecido tanto y es tan poco respetuosa del medio, que no siempre utiliza esta octava parte de la Tierra que es más habitable debidamente; así por ejemplo, en la zona en que habitamos, durante los últimos 30 años, los suelos fértiles del Valle de Cuautitlán han estado siendo cubiertos por la carpeta de asfalto que hoy conforma la Ciudad de Cuautitlán Izcalli. Esto ha cambiado también las actividades económicas de sus habitantes y encarecido su

vida, dado que ahora, las familias tienen que comprar las frutas y legumbres que se traen de muy lejos, y que antes se producían en las inmediaciones.

Quienes poseían esas tierras, al vender su suelo a las constructoras, ya no tienen tierra sobre la cual trabajar y ahora tienen que buscar trabajo que mayoritariamente se encuentra en la Ciudad de México, con lo cual se deben trasladar; ocupando para ello, 3 ó 4 horas/día que le roban a su sueño y a su familia, se cansan más, ocupan transporte que es costoso y que contamina el aire que respiramos.

Por tanto, la octava parte del Planeta que es hópita, se divide en otras cuatro:

- $1/32$ está cubierto de concreto por las grandes y pequeñas ciudades donde habitamos y los caminos que las unen.
- $1/32$ lo constituyen zonas con pendientes demasiado inclinadas para ser utilizadas en la producción de nuestros alimentos.
- $1/32$ tienen suelos muy pobres y por ello no pueden ser utilizados para la producción agropecuaria.

¿Qué área de suelo nos queda?

- $1/32$ de la placa sólida está cubierta por suelo fértil y por tanto cultivable, ¡sólo $1/32$!

Actividad: Los niños y niñas participan de la discusión y calculan en cada ocasión las fracciones que ocupan agua y tierra, así como cada una de las fracciones correspondientes a las diferentes áreas cubiertas de suelo.

Reflexión: ¿Estamos planificando adecuadamente nuestra vida los habitantes de la Tierra?

Tarea:

- 1) Conversar con su familia ¿cómo era la vida en el Valle de Cuautitlán antes de la construcción de Cuautitlán Izcalli, y cómo ésta ha cambiado a través del tiempo?
- 2) Investigar, ¿Cómo se formó La Tierra? ¿Qué partes constituyen al Planeta Tierra?

Nota: En realidad, en este grado escolar, ellos ya han estudiado y trabajado este último tema con sus maestros como parte del currículum oficial; ahora deben buscar información al respecto a la vez que recuerdan lo ya visto.

b. ¿Cómo está constituida La Tierra?

Para esta segunda parte, se retoma lo trabajado la clase anterior, utilizando de nuevo una manzana o una naranja como modelos didácticos que representan a La Tierra.

Los niños y niñas explican cómo está conformada La Tierra, cuáles son sus diferentes capas, qué hay en su núcleo, etc. Sobre la última capa del Planeta, es decir sobre la litosfera, se encuentra depositado el suelo que se ha formado durante millones de años, y sólo 1/32 de esa litosfera está cubierta por suelo fértil. ¿Cuál es la dimensión de esa capa de suelo que cubre la litosfera?

La capa de suelo que cubre la litosfera, es tan delgada como la cáscara de nuestro modelo didáctico: ¡tremendamente delgada y por tanto frágil!, muy fácil de perder.

Sólo sobre de 1/32 de la parte habitable del planeta tenemos suelo fértil, y la vida de todos los seres vivos en el Planeta dependen de la existencia de ese suelo fértil para producir sus alimentos. Sin embargo, continuamos cubriéndolo de asfalto parte de ese suelo fértil para alojar a una población siempre creciente; otra parte de ese suelo fértil la estamos perdiendo, porque al deforestar, el agua y el aire se llevan consigo el suelo fértil que necesitamos para producir nuestros alimentos. También lo contaminamos con grandes cantidades de agroquímicos y aceleramos su degradación.

Actividad: Búsqueda de información para contestar las siguientes preguntas ¿Cuántas toneladas de suelo se pierden por año en México y en el mundo?, ¿Cuántas hectáreas de vegetación se pierden por año y por qué causas?

Reflexión: Volvamos a pensar sobre nuestra anterior reflexión: ¿Estamos planificando adecuadamente nuestra vida los habitantes de la Tierra?

c. ¿Cuánto tiempo tarda en formarse el suelo?

Los libros dicen que en promedio, 1 cm. de suelo se forma en 300 años. ¡Ningún hombre puede vivir para verlo!

Se trabaja durante esta sesión el cómo se formó el suelo a través de la acción de los agentes intempéricos y el medio ambiente, sobre la corteza terrestre (intemperismo), y qué factores intervinieron en ello.

Experimento: Para la comprensión de la acción de estos agentes sobre la corteza terrestre, se realiza una experiencia didáctica utilizando ahora como modelo tres huevos; cada uno de ellos se sumerge en un vaso lleno hasta la mitad con: agua simple en uno, vinagre y jugo de limón en los otros dos. ¿Qué le sucede al cascarón de los huevos sumergidos en estos tres medios diferentes a lo largo del tiempo, si los observamos durante tres días seguidos? Se discute en el aula sobre lo observado.

Actividad: Cada centímetro de suelo que perdemos, tardó en formarse 300 años; si para cultivar las hortalizas que tienen en su parcela requerimos 30 cm. de suelo fértil, **¿Cuántos años tardaron en formarse esos 30 cm. sobre los que cultivamos los humanos?**

Reflexión: ¿Si todos somos parte de una misma cadena alimenticia, podremos sobrevivir como especie si seguimos perdiendo el suelo fértil? ¿Podrá alguna especie esperar a que se formen los siguientes 30 cm. de suelo?

Tarea: ¿Qué podemos hacer para cuidar el suelo?

2.- Escalar los conocimientos de los niños y niñas de lo simple a lo complejo:

Una de las características de la visión compleja del mundo que se asumió, es el que la construcción del conocimiento sobre la realidad del mundo, está en cambio constante ó construcción permanente y por tanto, es relativo, no acabado, sino por el contrario, en proceso de construcción y reorganización continua (desorden-orden o entrópicos-entrópicos negativos); por lo que asumir para la enseñanza de la ciencia una metodología de construcción del conocimiento desde esta visión, implica concebir la propuesta que se hace como un proceso continuo a través del cual conducir el aprendizaje por etapas, y en un sentido que nos lleve de lo simple a lo complejo. Lo cual a su vez se correlaciona con el concepto de currículum del que se partió y la metodología de trabajo que se propuso.

Donde la etapa inicial corresponde a la de los conocimientos previos de los alumnos, y se parte de ellos para, por medio de pausas que forman parte de un proceso, plantear el cómo ir construyendo conocimientos relativos, cuyos niveles de complejidad son cada vez mayores –en términos de relaciones- y por ende, más cercanos a una percepción de la realidad. Estas diferentes etapas, o aproximaciones consecutivas del conocimiento de los alumnos, permiten avanzar hacia un objetivo cognitivo determinado, a través de niveles de formulación cada vez más complejos.

Esto implica concebir y planificar la intervención toda, e igualmente cada una de las sesiones, actividades, lecturas, etc., de esta misma forma y a través de etapas o niveles de formulación secuenciadas –hipótesis de progresión-, para a partir de las ideas previas de los alumnos, orientar la elaboración en el aula de un contenido, un tema, o un conjunto de los mismos. Así, de forma cíclica, y durante etapas intermedias, se escudriñan las nuevas ideas de las cuales partir hacia otras más complejas, redefiniendo constantemente las estrategias y herramientas didácticas a usar para superar los obstáculos existentes entre las concepciones de los estudiantes y los contenidos que se busca construir, con objeto de luego de un largo camino construido a través de estas etapas, alcanzar el objetivo cognitivo que se planteó alcanzar.

Mostrar el cómo se procedió; tanto para la construcción de un determinado concepto: yendo de lo simple a lo complejo, como la manera procesual y didáctica de organizar una actividad experimental, fue el objetivo y es el ejemplo del trabajo desarrollado que a continuación se describe entrecorrido. El documento completo se encuentra publicado en el artículo: “Canicas, lombrices, arcillas y cuentos en la construcción de un nuevo paradigma para la enseñanza de la ciencia del suelo”. 2006. *TERRA Latinoamericana*. **24**, 4, 565-574.

“Proceso de construcción del concepto de la Capacidad de campo”

Conocimientos previos: Los niños y niñas adquieren conocimientos a través de sus experiencias, tanto en casa, como en la escuela; a través de su trabajo en la parcela agrícola, éstos pueden realizar observaciones y aprender muchas veces por prueba y error. Por lo tanto, un hecho para ellos conocido es el que las semillas necesitan humedad para germinar y las plantas requieren agua y luz para crecer y desarrollarse. A lo largo de su trabajo de campo, se enfrentan a cosechas perdidas porque no regaron a tiempo o porque a quienes les tocaba regar no cumplieron con su responsabilidad. Saben que aun cuando rieguen, si el agua no se suministró a tiempo, las plantas ya no se recuperarán. También saben que no todas las plantas requieren la misma cantidad de agua de riego y que cada una tiene un ciclo propio.

Cuando se realiza esta experiencia, es porque en los años escolares anteriores, los niños y niñas ya

han tenido el suelo entre sus manos, lo han observado en seco y en húmedo, han jugado con él entre sus dedos y han realizado experiencias cualitativas al tacto con suelos de diferente clase textural. Entonces, se preparan las condiciones para iniciar esta nueva experiencia; para ello, se espera a que los estudiantes tengan ya productos en la parcela y mientras se encuentran realizando labores en la misma, con objeto de aporcar, desyerbar, revisar si no presentan plaga, cuánto han crecido, etc., se plantea al respecto una pregunta y se inicia una conversación con intención pedagógica: ¿ustedes creen que todos los suelos son igualmente productivos?, ¿producirán todos la misma cantidad si sembramos lo mismo, los cuidamos igual y los regamos con la misma cantidad de agua?

Las opiniones se dividen: unos opinan que sí, otros defienden que no y dan sus razones para ello; casi siempre hay una tercera posición que se mantiene a la expectativa, no participan en la discusión y no se les fuerza a hacerlo, sólo escuchan, pero ya después participarán.

Se lleva la discusión al aula, se introducen en ella, además de sus experiencias, los conocimientos que tienen sobre biología y geografía; se inducen, en la discusión, elementos como latitud, altitud, clima, ciclos nutrimentales, especies y los diferentes requerimientos de éstas, con el propósito de, a través de la discusión, ir afinando la formulación de las preguntas por resolver: ¿sería lo mismo si nuestro trabajo lo realizáramos en un parcela con un suelo arenoso o con uno arcilloso?, ¿ambos suelos pueden almacenar la misma cantidad de agua para las plantas?, ¿por qué es importante saber cuál de ellos retiene más agua?

La discusión se acentúa cuando se definen dos tipos de suelo, con los cuales ya han interactuado anteriormente a través de experiencias cualitativas al tacto y realizado observaciones al respecto.

Se guía la discusión para hacerles ver que en la naturaleza, usualmente, *intervienen múltiples factores en un mismo objeto de estudio* y que *la importancia relativa de cada uno de ellos es distinta*, y por lo tanto, no podemos contestar la pregunta si antes no definimos cuáles son los factores que pueden afectar mi respuesta y las condiciones en las cuales mi pregunta deberá ser contestada; porque, debido a la influencia de varios factores, esta pregunta no puede contestarse por discusión y consenso sobre razonamiento teórico o empírico, tampoco por votación; se induce la discusión mediante cuestionamientos y ejemplos, con el propósito de hacerles ver que para dar respuesta a esta pregunta se necesita realizar *observaciones medibles* y que, además de *cuantificables*, esas *observaciones* deben ser *repetibles* para no dejar lugar a dudas.

Para contestar dicha pregunta requerimos *medir* y, para ello, las condiciones de evaluación tienen que ser bajo los mismos *criterios*, y los *instrumentos de medición* deben ser lo más *similares* que sea posible; porque si agregamos a un suelo el doble de agua que al otro, o si ponemos una masa de uno que es dos veces la del otro, entonces no podremos *comparar* los *resultados* de la *observación*, para así contestar nuestra pregunta sin lugar a duda, es decir, de forma *objetiva*. Para ello, debemos *planificar* el cómo lo realizaremos. Esta forma de proceder implica que realizaremos un *experimento*.

Se les propone, entonces, realizar un experimento para *observar y medir* si los dos suelos, arenoso y arcilloso, tienen la misma capacidad para almacenar agua para las plantas. ¿Cómo planificamos el experimento para hacer la medición? Primero hay que definir, ¿cuál de todas las preguntas planteadas es la *pregunta clave* por contestar, *qué* vamos a medir para contestarla, *cómo* lo vamos a medir y con qué *escala de medición* –cuál es la adecuada para hacerlo-, y finalmente *para qué* nos va servir el resultado de la medición hecha; ¿qué resultado esperamos obtener?

Empecemos poniéndonos de acuerdo en ¿cuál es nuestra pregunta a resolver? ..., los niños y niñas elaboran en conjunto, la pregunta que delimitará nuestra actividad: **¿la cantidad de agua almacenada para las plantas es igual en ambos suelos: arenoso y arcilloso?**

Esa pregunta clave que define nuestro objeto de estudio se denomina HIPÓTESIS de trabajo; es la *interrogante de investigación* a trabajar, de tal forma que nuestra hipótesis, a través del experimento, deberá ser probada o rechazada para contestarla.

Se reflexiona con ellos haciéndoles ver que, de igual forma que cuando se avienta una moneda al aire para echarnos un “volado”, existen dos posibilidades: que caiga “sol” o “cara”; en este caso, también existen diferentes posibilidades para el resultado esperado a la *interrogante de investigación*.

Esas dos posibilidades, a su vez, corresponden a la división de opiniones de los estudiantes en el grupo:

1. Que el volumen de agua almacenada por el suelo arenoso sea igual al volumen de agua que retiene el arcilloso. Entonces: $V_{\text{arenoso}} = V_{\text{arcilloso}}$
2. Que el volumen de agua almacenada por el suelo arenoso NO sea igual al volumen de agua que retiene el arcilloso. Entonces: $V_{\text{arenoso}} \neq V_{\text{arcilloso}}$

A estas dos posibilidades de respuesta a la hipótesis, se les denomina:

HIPÓTESIS NULA: H_0 e HIPÓTESIS ALTERNA: H_1

La HIPÓTESIS NULA es que la cantidad de agua almacenada es igual para los dos tipos de suelo.

$$H_0: V_{\text{arenoso}} = V_{\text{arcilloso}}$$

La HIPÓTESIS ALTERNA es que la cantidad de agua almacenada NO es igual para los dos tipos de suelo.

$$H_1: V_{\text{arenoso}} \neq V_{\text{arcilloso}}$$

El *objetivo*, o razón de ser del experimento, es observar y relacionar a los dos tipos de suelos, con su capacidad de retención de agua, medida en mililitros, para así contestar a nuestra *pregunta clave* o *interrogante de investigación*.

Se les hace ver que en todo trabajo experimental puede haber *errores* o *inexactitudes* que pueden afectar los resultados del experimento, por lo que es necesario hacer varias repeticiones del mismo, teniendo cuidado de que todas ellas se realicen en *iguales condiciones*, bajo los *mismos criterios* y con *similares instrumentos de medición*, para poder comparar los resultados, por lo que todo el grupo realizará las mismas dos experiencias, en equipos de dos personas.

Desarrollo del experimento:

En botellas de refresco desechables de 250 mL, cortadas a la mitad y con tres perforaciones hechas en el fondo –el maestro las hace con un tenedor caliente-, colocar 100 g de suelo arenoso en una, y arcilloso en otra. A cada una de las muestras de suelo se le agrega, poco a poco, pero de forma

continua, 125 mL de agua, medidos en una probeta graduada o con una taza de cocina también graduada (Figura 1). Se deja que el agua escurra y se recibe en otra botella desechable, también cortada a la mitad, y que sirve como vaso para recibir el agua que gotea. Cuando ya no hay escurrimiento, se mide con la probeta o taza de cocina graduada -a falta de la primera-, el volumen de agua que se infiltró y escurrió a través de cada uno de los dos tipos de suelo, teniendo mucho cuidado de hacerlo con exactitud.



Figura 1: Realización del experimento.

Por diferencia entre el volumen de agua agregada y el volumen de agua que escurrió, sabremos cuál fue el volumen de agua retenido por cada tipo de suelo. Para ello, los resultados de cada equipo de trabajo se presentan en una tabla, para compararlos y dar respuesta a nuestra *pregunta clave* o *interrogante de investigación* (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Resultados de los volúmenes de agua agregada y retenida por el suelo arenoso:

Equipo	Masa suelo (g)	Agua agregada (mL)	Agua escurrida (mL)	Agua retenida (mL)
1	100	125	92	33
2	100	125	95	30
3	100	125	92	33
4	100	125	92	33
5	100	125	92	33
6	100	125	94	31
7	100	125	92	33
8	100	125	92	33
9	100	125	93	32
10	100	125	93	32
11	100	125	94	31
12	100	125	92	33
13	100	125	92	33
14	100	125	92	33
15	100	125	92	33
16	100	125	93	32
17	100	125	93	32
18	100	125	92	33
19	100	125	92	33
20	100	125	92	33
			$\Sigma = 92.55$	$\Sigma = 32.45$

Cuadro 2. Resultados de los volúmenes de agua agregada y retenida por el suelo arcilloso:

Equipo	Masa suelo (g)	Agua agregada (mL)	Agua escurrida (mL)	Agua retenida (mL)
1	100	125	42	83
2	100	125	44	81
3	100	125	43	82
4	100	125	43	82
5	100	125	43	82
6	100	125	43	82
7	100	125	42	83
8	100	125	41	84
9	100	125	42	83
10	100	125	43	82
11	100	125	44	81
12	100	125	43	82
13	100	125	43	82
14	100	125	43	82
15	100	125	44	81
16	100	125	42	83
17	100	125	42	83
18	100	125	43	82
19	100	125	43	82
20	100	125	43	82
			$\Sigma = 42.95$	$\Sigma = 82.2$

Análisis de los resultados obtenidos

¿Cuáles son los valores promedio obtenidos para el volumen retenido por ambos tipos de suelo?

Suelo arenoso: 32.45 mL y Suelo arcilloso: 82.2 mL

Los volúmenes de agua retenida por ambos suelos no son iguales, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula: $H_0: V_{\text{arenoso}} = V_{\text{arcilloso}} = \text{RECHAZADA}$, es decir, los volúmenes de agua retenidos por ambos suelos son diferentes.

En consecuencia, se acepta la HIPÓTESIS ALTERNA, ya que la cantidad de agua almacenada NO es igual para los dos tipos de suelo:

$H_1: V_{\text{arenoso}} \neq V_{\text{arcilloso}}$ SE ACEPTA

Conclusión: La respuesta a la pregunta planteada es que no es igual la cantidad de agua que retienen un suelo arenoso y un suelo arcilloso. El suelo arcilloso retiene más agua y, por lo tanto, tiene mayor cantidad de ella almacenada para la planta.

Dado que el objetivo es construir de poco en poco, conocimientos, ahora podemos elegir entre derivar otras experiencias para continuar la construcción del concepto capacidad de campo o llevar lo aprendido a su relación directa con el trabajo en la parcela y, a partir del mismo, regresar posteriormente a la construcción de ese concepto. Si tomamos esta segunda alternativa, una de las

posibles preguntas a plantear, en consecuencia, sería: *¿existe una relación entre la cantidad de agua retenida por un suelo y su productividad?, ¿cuál es tu experiencia al respecto en el trabajo realizado en la parcela?*, para esto nuevamente habrá que plantear una estrategia didáctica y realizar otro trabajo experimental.” Publicado en: *TERRA Latinoamericana*. **24**, 4, 565-574, 2006.

Este ejemplo, nos permite igualmente observar claramente el cómo resulta indispensable, el plantearnos como parte del proceso, la flexibilidad en la programación que se hace, pues a lo largo de la intervención se deben hacer ajustes según se presenten los obstáculos entre las concepciones de los estudiantes y los contenidos que se busca construir; puede también suceder que didácticamente sea estratégicamente necesario realizar una pausa –tal y como al final se hizo-, y replantear una hipótesis ya hecha y resuelta, para rehacerla en el camino de lo simple a lo complejo, es decir de forma *progresiva* –hipótesis de progresión-, con objeto de construir una nueva etapa en el conocimiento de un concepto determinado: así por ejemplo, vemos como en la construcción del concepto de Capacidad de Campo, y como parte de las conclusiones, se abrió el espacio al planteamiento de una nueva hipótesis de progresión que permita la construcción de una nueva etapa en la construcción de este conocimiento, con objeto de llevarlo a otro nivel de mayor complejidad.

3.- Cómo avanzar hacia la equidad y la justicia:

Como parte del marco teórico general de esta propuesta, se sustentó el que *La Carta de la Tierra*, nos ofrece una valiosa herramienta educativa para desarrollar la comprensión ciudadana sobre los problemas y alternativas que nos depara el futuro, así como la urgente necesidad de que cada individuo asuma un compromiso hacia el logro de una forma de vida sostenible para todos.

Igualmente, se planteó que el asumir los principios enunciados en ella, suponen educar para un cambio profundo en los comportamientos individuales e implica buscar *intencionadamente*, el reencuentro o la construcción de valores y principios que permitan el establecimiento de un nuevo paradigma cultural, en el que predominen los valores colectivos sobre los individuales, para formar o acrecentar el sentimiento de pertenencia o inclusión del individuo, como parte insustituible de un todo en la naturaleza; lo cual a su vez se dijo, que también *implica un cambio cualitativo y profundo en la enseñanza de las ciencias*.

En consecuencia, si la propuesta se planteó en términos de: priorizar el trabajo en equipo, discutir e integrar observaciones para construir conocimientos, valores y principios, sin descuidar capacidades individuales y siempre sumándolas al trabajo colectivo a fin de fomentar el desarrollo de esas actitudes y capacidades de actuación compartida y solidaria; implícitamente se trata entonces de *impulsar el trabajo en igualdad de condiciones y posibilidades*, pues la única forma viable de generar los cambios requeridos para hacer realidad el desarrollo sostenible, es siendo capaces de conformar proyectos educativos que, junto con los conocimientos, desarrollen en los niños, niñas y jóvenes una clara y acendrada conciencia y sensibilidad de la necesidad de preservar sus recursos y actuar hacia sus semejantes con equidad y justicia.

Sin embargo, no hay equidad, si no existe justicia, y sin equidad y justicia, no existe sustento a ningún otro derecho humano; por lo tanto, el proyecto abordó tenazmente la igualdad de género, como vía escolar de construcción de una igualdad elemental e indispensable a formar entre los niños y niñas, así como una plataforma ineludible al fomento de cualquier labor en equipo, con objeto de resolver toda situación de trabajo y/o convivencia.

Como ejemplo, a continuación se desarrolla un juego de aula cuyo objetivo es reflexivo y de intención formativa, en tanto que en el **ANEXO D** se puede revisar parte del material auxiliar elaborado para abordar valores y principios, en este marco contextual y como parte de la propuesta.

GÉNERO, JUSTICIA Y EQUIDAD

Se divide el pizarrón en tres partes, en una de ellas los niños y niñas colocan las actividades que ellos consideran que corresponden sólo al género masculino, y en la otra al femenino.

Se da tiempo a que se genere la lluvia de ideas y se anota cada actividad propuesta para cada género en el pizarrón. Cuando en el pizarrón estén anotadas todas las actividades que los estudiantes aportaron, se realiza una dinámica de discusión acerca de por qué ambos géneros consideran que esa actividad corresponde sólo a uno u otro, guiándolos a la reflexión sobre su percepción.

¿Por qué los niños no pueden aprender a lavar los trastes?, ¿son incapaces de aprender a hacer algo tan sencillo?, ¿es que los niños se encuentran imposibilitados físicamente para realizar esa tarea?; ¿Por qué las niñas no pueden jugar fútbol?, ¿no tienen piernas?, ó ¿es que están imposibilitadas para correr y patear?; ¿Preparar la comida es actividad sólo de la mamá?, ¿Qué acaso no son hombres, muchos de los más grandes chef? Con cuestionamientos y reflexiones, se les lleva a visualizar que la división es cultural, y contraria a la equidad; que no podemos pensar en una sociedad justa y que avance al desarrollo sostenible, si ambos géneros no caminamos juntos y en igualdad de condiciones.

Se van borrando de la lista todas aquellas actividades que no son exclusivas de un género, sino que en realidad sí pueden ser realizadas indistintamente por ambos géneros. El pizarrón, casi se vacía,..... Se les invita ahora a esforzarse en pensar y anotar en la tercera sección del pizarrón, aquellas actividades que verdaderamente no puedan ser realizadas por uno sólo de los géneros.

Finalmente en el pizarrón quedan sólo dos actividades que son exclusivas del género femenino: *parir* y *amamantar*; en tanto que sólo hay una que es exclusiva del género masculino: *fecundar*, mientras que **se necesita por igual de los dos géneros para procrear**, y que la especie sobreviva.

Sin ambos, no existe posibilidad de vida; por ello, necesitamos *respetarnos* y *compartir* para estar en posibilidad de construir la sostenibilidad planetaria.

c) *Creatividad y un contexto experiencialmente enriquecedor:* ¹⁰®“**El Taxonomiavión**”

Como parte de los argumentos que en el marco teórico sustentaron la propuesta, se dijo que la importancia que tiene la creatividad en la enseñanza de orden ambiental, se deriva no sólo de la posibilidad que nos brinda para innovar; sino también para crear soluciones nuevas a problemas ambientales y sociales inéditos, y permitirnos desarrollar una conciencia colectiva sobre la necesidad de conservar nuestros recursos naturales, tarea en la que la ciencia del suelo puede contribuir a ello, jugando un doble papel:

- a) Un recurso didáctico que puede favorecer la formación de la capacidad creativa como elemento indispensable de la educación para el desarrollo.
- b) Un elemento pedagógico que nos permite enseñar ciencias, enseñando ciencia del suelo -a la vez que utilizamos a éste como recurso didáctico-, para formar ciudadanos capaces de generar alternativas para la conservación de un recurso no renovable en términos del tiempo de vida del hombre, y aprender a *imaginar* y *crear* soluciones a problemas ambientales en general.

También se dijo que en la construcción del conocimiento y los valores, se requiere de la búsqueda de campos de aplicación que siendo adecuados al contexto escolar, permitan a los niños y niñas tomar contacto; tanto con su entorno inmediato, como con el circundante -rompiendo la endogamia escolar-. Hacerlo implica a la vez desarrollar la creatividad para ello; por lo que en realidad ambos aspectos: creatividad y búsqueda de escenarios enriquecedores de la cultura escolar, están en sí estrechamente relacionados.

Congruentemente y como una alternativa innovadora y experiencialmente enriquecedora, la intervención curricular realizada buscó abrir las actividades y expectativas de los estudiantes, a la participación de la escuela en las actividades propias de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo; a su vez, la Sociedad desplegó los apoyos y espacios apropiados para la participación escolar. “¹¹®El taxonomiavión”, ejemplifica cómo se unieron ambos mundos: el escolar y el científico, para entrelazar ambos aspectos: creatividad y un espacio culturalmente enriquecedor.

En este juego se toma al suelo como ejemplo, para mostrar cómo puede contribuirse de diversas formas y en diferentes niveles y perspectivas, a formar y/o reforzar la creatividad: **en los investigadores** –porque para difundir el saber, los miembros de la sociedad requieren de *creatividad* para apoyar su capacidad explicativa-, **en los docentes** –con objeto de mejorar su práctica educativa-, quienes requieren de *creatividad pedagógica*, y **en los educandos**, que requerirán también de *creatividad* para responder a los retos futuros.

Mediante su desarrollo, y considerando que la taxonomía, no es un tema de menor dificultad o extenso conocimiento, ni que se encuentre cotidianamente presente en la educación básica, se muestra el cómo a través de un juego común para los niños, niñas y jóvenes, se les puede introducir a la taxonomía de los suelos del mundo con el objetivo de lograr en ellos un espectro claro sobre los suelos de su país, y un panorama sobre los existentes en La Tierra, a la vez que fomentar la participación de los científicos de la ciencia del suelo en la elaboración de material didáctico para docentes y escolares, que desarrolle esa conciencia colectiva sobre la necesidad de conservar nuestros recursos naturales que decimos querer lograr.

Se trata pues de un juego infantil modificado para el propósito, en el que interactúan el investigador o docente con los estudiantes y que puede realizarse en vivo, o mediante una versión electrónica, para que jugando al “avioncito” y desde una computadora personal o a través de la Web, los estudiantes desplieguen al jugar, archivos en que puedan acceder de forma amena a la información correspondiente a los diferentes tipos de suelos del mundo, pero mediante presentaciones en que las referencias son a las características, valor, problemas y necesidad de cuidado de los suelos de México.

¹¹ ® 03-2008-031411441400-01

Cada número dentro de los compartimentos del “avión”, corresponde a un diferente tipo de suelo y cada suelo es descrito en prosa de forma tal, que no sólo respete la descripción y característica taxonómica del mismo, sino que la vincule con el entorno del niño, a efecto de que establezca afianzadores cognitivos regionales y nacionales, los interrelacione con la vegetación, clima, beneficios económicos y sociales que se le asocian, para que de esta forma, el niño valore cada tipo de suelo por todo lo que significa para el desarrollo de la vida de las diferentes especies, lo que a la suya aporta, qué problemas presenta, y cuál es su grado de fragilidad; buscando así que también comprenda la necesidad real que tenemos de actuar colectivamente para preservarlos.

Para la realización de este juego, se invitó a participar a científicos de la edafología, pidiéndoles que prepararan sobre uno de los tipos de suelo en especial, una breve exposición para los niños y niñas, –para lo cual se establecieron normas mínimas-; que ésta contuviera imágenes y fotos del suelo a describir, que la presentación y los colores utilizados fueran atractivos, que el lenguaje fuera preciso pero sencillo, –expresando las características de cada tipo de suelo en palabras comunes, pero a la vez relacionarlos con sus raíces etimológicas para que éstas nos sirvieran de afianzadores cognitivos-, que se vinculara al suelo con sus aportes a nuestra vida y su valor como recurso natural, dentro de un marco general del cuidado que debemos tener para preservar los suelos de la nación, así como que participaran el día de la presentación del juego, durante el “Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo”, realizado durante los Congresos Mexicano y Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, para *en vivo, jugar por parejas con los niños y niñas* e interactuar con ellos.

Esto permite que se cumpla con un doble propósito de esta propuesta: interesar a los estudiantes, e involucrar a los científicos y docentes en la construcción de sus conocimientos, permitiéndoles a estos últimos, cobrar conciencia de todo lo que los niños, niñas y jóvenes pueden aprender y lo mucho que ellos pueden hacer para contribuir a lograrlo.

Mediante este juego didáctico, se busca, por un lado, una forma lúdica de iniciar a los niños, niñas y jóvenes en el conocimiento de la ciencia del suelo, en el manejo sustentable de este recurso natural y, por lo tanto, de los valores colectivos inherentes a este concepto; y por el otro, argumentar y profundizar sobre la necesidad e importancia de desarrollar una conciencia de protección y preservación del mismo, a efecto de garantizar su sostenibilidad en el tiempo, como un recurso natural indispensable para la existencia de las especies en el planeta. En el **ANEXO E** se presenta gráficamente este juego didáctico.

En resumen, congruentemente con todo lo propuesto en este trabajo, se plantearon como alternativas experienciales, que permitieran a los estudiantes tomar contacto con situaciones reales, al interior de la escuela y en áreas circundantes:

- * El trabajo en la parcela escolar.
- * Las visitas a los terrenos aledaños a sus escuelas y a las Chinampas de Xochimilco.
- * Entrevistas a familiares y vecinos.
- * Participación en el proyecto ¹²® “Así son los suelos de mi Nación” de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.

¹² ® 03-2008-031411423000-01

- * Participación como ponentes en el “Simposio de innovaciones educativas en la enseñanza de la ciencia del suelo” y contacto con la SMCS, realizado durante el XXXIII Congreso Mexicano de la Ciencia del Suelo, en Tamaulipas, Coahuila.
- * Participación como ponentes y representando a México, en el “II Simposio Latinoamericano de innovaciones educativas en la enseñanza de la ciencia del suelo”, realizado durante el XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, en León, Guanajuato. En este evento participaron niños y niñas de cinco países latinoamericanos.
- * Participación como *expositores niño y niñas a niño y niña* en el “II Simposio Latinoamericano de innovaciones educativas en la enseñanza de la ciencia del suelo”, realizado durante el XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, en León, Guanajuato.

5.10 Aplicación de los instrumentos de evaluación, organización de los resultados, tratamiento y análisis de los mismos

De conformidad con profesores y directivos, se aplicaron los instrumentos de evaluación; la metodología para su aplicación, organización y análisis se adecuó al propósito según se tratara de cuestionarios con planteamientos, problemas o preguntas.

Los datos arrojados por los instrumentos de evaluación, fueron ordenados y analizados con objeto de -conforme a lo planteado-, aportar posibles explicaciones acerca de si la forma de abordar los conocimientos podía incidir o no, en la consecución de los mismos en el sentido de los cambios esperados, para lo cual se procedió a:

- 1.- Evaluar, en referencia al tema tratado y como resultado del trabajo realizado; tanto la evolución de sus ideas previas, como la posible apropiación de conocimiento, desde una perspectiva simple a otra más compleja, de un enfoque aditivo a otro que sea sistémico, del centramiento en lo próximo y evidente, a una visión más descentrada y relativizadora, de una concepción estática a una cambiante del mundo.
- 2.- Por comparación con los datos obtenidos para el grupo control, observar si esos cambios guardan relación con la propuesta que se trabajó.
- 3.- Complementariamente, realizar el tratamiento estadístico de los datos obtenidos para evaluar el efecto de la propuesta que se hizo y aplicó a los grupos participantes, en referencia con los del grupo control ó testigo.

RESULTADOS

A lo largo de este trabajo se dijo que con objeto de responder a las interrogantes de investigación hechas y que aquí se presentan resumidas en una sola: ¿Cómo y por medio de qué métodos, modelos de conocimiento y estrategias didácticas, puede contribuir la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia a generar interés por el conocimiento en general y la conservación de los recursos naturales en particular, para aportar soluciones a los problemas complejos, en un marco ligado a la realidad social?; se esperaba: sustentar con argumentos, la importancia de enseñar ciencias para la sostenibilidad, aportar como ejemplo experiencias didácticas –utilizando el recurso suelo para ello-, y compartir la metodología seguida para intentar enseñar ciencias para el desarrollo.

Al respecto, se aportaron:

- * Tanto desde la Introducción como en el Marco Teórico; argumentos que sustentan la importancia de una educación y enseñanza de la ciencia para la sostenibilidad.
- * La descripción de la propuesta metodológica en sí y de la forma en que ésta se instrumentó.
- * Ejemplos de la organización procesual de las sesiones de trabajo, y de las actividades, experiencias didácticas y juegos elaborados, tanto de orden cognitivo como normativo; mismos que se encuentran descritos tanto en la Instrumentación de la Propuesta, como en los diferentes ANEXOS.

Sin embargo, al respecto de estos mismos aspectos: el sustento argumentativo, el aporte de experiencias didácticas y el compartir la metodología, se contribuyó también, como productos de este trabajo, con cuatro artículos internacionales arbitrados; uno de divulgación y tres publicados en revista del padrón de excelencia del CONACYT, en los cuales se amplía la información.

- 1.- Reyes-Sánchez L. B. 2005. **El suelo como recurso para la enseñanza de las ciencias.** *Novedades Educativas*. **172**, 1, 62-65.
- 2.- Reyes-Sánchez L. B. 2006. **La enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sustentable.** *TERRA Latinoamericana*. **24**, 3, 431-439
- 3.- Reyes-Sánchez L. B. 2006. **Canicas, lombrices, arcillas y cuentos en la construcción de un nuevo paradigma en la enseñanza de la Ciencia del Suelo.** *TERRA Latinoamericana*. **24**, 4, 565-574.
- 4.- Reyes-Sánchez L. B. **Creatividad: factor indispensable en la educación ambiental, y un recurso para la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia.** EN PRENSA en la Revista *TERRA Latinoamericana*.

Aportar explicaciones acerca de cómo, la forma de abordar los conocimientos puede incidir en la consecución de los mismos e impulsar la formación de valores, principios y actitudes en los niños y niñas en un sentido determinado, es la tarea que aún faltaría realizar. Para ello, primero se presentan a continuación las tablas de concentrados de las respuestas de los estudiantes, a los diversos cuestionarios aplicados; en tanto que la discusión de las mismas y por tanto esas posibles explicaciones, se abordarán en el capítulo de análisis de resultados.

Los cuestionarios de conceptos previos fueron aplicados a los niños y niñas de 5° y 6°, antes de iniciar la intervención; el resto se aplicaron, tanto a los estudiantes de 6° con quienes se trabajó, como al grupo testigo. La aplicación de los cuestionarios se hizo de marzo a junio del año escolar 2007-2008, es decir de 7 a 9 meses después de terminada la intervención (la que fue aplicada en el periodo escolar 2006-2007); esto con objeto de que sus respuestas correspondieran más a conceptos interiorizados que a una memoria de corto plazo. Durante ese lapso, se les aplicó un cuestionario aproximadamente cada quince días.

En cada ocasión, se hizo hincapié en la necesidad y gran valor de su cooperación y honestidad en sus respuestas y comentarios. El tiempo de aplicación fue de 15 minutos para cada uno. Como ya antes se dijo, para su elaboración, se combinaron preguntas discriminativas de opción múltiple, con preguntas de expresión escrita y dilemas; en todos los casos las respuestas de los niños y niñas no tienen corrección de ortografía, ni de redacción: se transcribieron en los cuadros de resultados tal como ellos las expresaron. Los datos obtenidos, así como su tratamiento estadístico, se presentan en el **ANEXO A**.

Todas las respuestas a los diferentes cuestionarios están expresadas en porcentaje de frecuencia de respuesta; primero porque el número de niños y niñas por grupo es diferente en cada caso, y segundo, porque durante su aplicación no siempre estuvieron presentes todos, ya que en ocasiones algunos no asistieron a clases el día que estos se aplicaron.

En la Tabla de resultados No. 1: Evolución de conceptos previos de la Escuela Alfonso Sánchez García, se presentan:

- a) Los datos sobre las respuestas para los mismos estudiantes, y para las mismas preguntas, cuando éstos cursaban 5° año, y cuando un año después ya cursaban 6°, a efecto de comparar cómo cambiaron sus conceptos luego del trabajo realizado con ellos, y
- b) Las respuestas comparativas de los niños y niñas de 6° año con quienes se trabajó, respecto a las del 6° año testigo.

Siguiendo el mismo mecanismo y razonamiento, se presentan en la Tabla de resultados No. 2: Evolución de conceptos previos de la Escuela Leyes de Reforma, los comparativos para las respuestas de estos estudiantes. En las Tablas de resultados No. 3: Conocimientos básicos sobre el suelo, No. 4: El suelo como medio, No. 5 Las partículas que constituyen el suelo, No. 6 Relación suelo-agua-planta, se presentan las respuestas dadas, tanto por los niños y niñas de 6° con quienes se trabajó, como las de los grupos de 6° testigo. Como se puede observar, tanto por los títulos, como mediante la revisión de los artículos que contienen, éstas corresponden a diferentes niveles consecutivos de conocimiento, conceptualización e interrelación, de lo simple a lo complejo.

Adicionalmente, y a efecto tanto de evaluar el efecto de la propuesta pedagógica que se hace, como de apoyar la interpretación de los resultados obtenidos, se efectuó tratamiento estadístico de los datos arrojados por las respuestas de los niños -en las tablas de la número 1 a la 6-. El tratamiento se realizó con el paquete estadístico SPSS 11.0 para Windows y la información correspondiente se presenta igualmente en el **ANEXO A**.

En tanto que en la Tabla de resultados No. 7 Valores y actitudes, se presentan los datos obtenidos para la aplicación del mismo cuestionario y para los mismos estudiantes; cuando éstos cursaban 5° y 6° año: antes de iniciar y 9 meses después de la intervención.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

“No se interpreta una sinfonía sólo para llegar al acorde final”
Alan Watts

El hacer para el nivel básico, una propuesta de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia que contribuya a una educación para el desarrollo - ejemplificando con el tema suelo-, es el problema u objeto de estudio que se abordó.

Conforme a los supuestos hipotéticos hechos, los objetivos planteados, y por tanto como parte de los resultados esperados, se sustentó de forma argumentativa la importancia de una educación y enseñanza de la ciencia para la sostenibilidad; se aportaron actividades y experiencias didácticas y se comparte la metodología seguida para intentar enseñar ciencias, utilizando como recurso didáctico el sistema suelo.

Se esperaba sin embargo, que además de ello, se propusieran explicaciones acerca de cómo, la forma de abordar los conocimientos puede incidir o no, en la consecución no sólo de los mismos, sino a la par, contribuir a impulsar la formación de valores, principios y actitudes en los niños y niñas. Esto último es la tarea que ahora se inicia.

Para ello, siendo la propuesta pedagógica el tratamiento que se aplicó a ambos grupos de individuos, la evaluación se hace, y las explicaciones se dan con respecto a los cambios o diferencias producidos en los estudiantes, como efecto de la intervención realizada; comparándolos con los de otro grupo de niños y niñas a los que no se les aplicó dicha intervención pedagógica, sino la enseñanza tradicional, y que constituyeron el testigo o grupo control.

La propuesta hecha buscó, ambientalizar el saber acerca del recurso suelo, a través de un proceso metodológico continuo que intentó; conforme al correspondiente supuesto hipotético, tanto escalar los conocimientos de los estudiantes de lo simple a lo complejo, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual: estableciendo etapas de construcción del conocimiento, cuyos niveles de complejidad fueran cada vez mayores –en términos de relaciones- y por ende, más cercanos a una percepción de la realidad.

Por ello, los cambios esperados se evalúan desde esta perspectiva en el punto **7.1**, y se dan explicaciones con base a variaciones observadas en las percepciones de los niños y niñas en un gradiente de lo simple a lo complejo, en cuanto a la interpretación organizacional, el reconocimiento de la causalidad y la relatividad sistémica. Sin embargo, no obstante ser estas explicaciones lo trascendental pedagógicamente, se consideró de importancia presentar adicionalmente, la interpretación correspondiente a la evaluación del efecto de la intervención pedagógica realizada, conforme al tratamiento estadístico de los datos obtenidos; lo cual se hace en el punto **7.2** de este capítulo.

7.1 Interpretación de las respuestas y dibujos de los niños

I.- Con base a la interpretación de los mismos y en el orden en que se trabajó; del análisis de la **Tabla de resultados No. 1** para el cuestionario de conceptos previos que fue aplicado a los niños y niñas, cuando éstos cursaban el 5º grado en el Instituto “Profesor Alfonso Sánchez

García”, antes de iniciar la intervención, se desprende lo siguiente:

El concepto previo que el 57.89% de los niños tenía del suelo, es que éste era tan sólo un material que pisamos; el 15.78% lo consideraba el sostén de las construcciones y sólo para el 26.31% el suelo era un recurso natural. Para la mayoría queda claro sin embargo que éste se formó a través de miles de años (63.15%), que no todos los suelos son iguales (73.68%) y que la erosión implica una pérdida de suelo (63.15%).

Resultan sin embargo más sorprendentes aún las ideas que al respecto escribieron de puño y letra, como respuesta a la pregunta de ¿para qué sirve el suelo?: respuestas que dejan claro que:

- a) A pesar de que un 26.31% contestaron que el suelo era un recurso natural, cuando tienen que argumentar acerca de su utilidad, el valor que para ellos tiene no se corresponde con su respuesta.
- b) No sólo que su valor es meramente instrumental, pues de nuevo la mayoría considera que es útil “para pisarlo”, “para tener dónde vivir”, “para caminar”, “para que no nos caigamos a la tierra”, “para que no nos ensuciemos de lodo y tierra”; “para que crezcan plantas y comerlas”, o “para vivir y jugar”.
- c) Sus respuestas implican la existencia de una confusión de los conceptos suelo, piso y Tierra, e igualmente entre las relaciones existentes entre estos conceptos. No existe por tanto el concepto Tierra como un sistema en el cual tenemos una capa de suelo, que forma parte del medio, y sobre la cual se desarrollan tanto las especies como las actividades humanas. Por ello, sus respuestas son fundamentalmente antropocéntricas.

La evolución de sus conceptos con respecto al tema, evaluados meses después de realizada la intervención –cuando ya cursaban 6º año–, muestra mediante la aplicación del mismo cuestionario, que para el 100% el suelo es un recurso natural, que no todos los suelos son iguales, y que la erosión implica una pérdida de suelo. Sin embargo sólo se incrementó en un 10% la percepción acerca de que éste se formó a través de miles de años.

En tanto que con respecto a la pregunta de ¿para qué sirve el suelo?, sus respuestas de puño y letra fueron las siguientes:

- 1) “Para muchas cosas: cultivar alimentos para hombre y animales como frutas y verduras indispensables al hombre”
- 2) “Porque del pasto y hierbas que crecen en el suelo, se alimentan los animales y de frutas y verduras de que se alimenta el hombre”
- 3) “Para dar al hombre y animales alimentos y agua para sobrevivir”
- 4) “Para cultivar en distintas regiones, diferentes tipos de plantas”
- 5) “Para que tengamos oxígeno”

Estas respuestas si bien siguen teniendo un contenido fundamentalmente antropocéntrico, evidencian ya una mayor relación con el concepto de suelo como recurso natural: lo relacionan a una diversidad de funciones, deja ver que se perciben ya diferentes condiciones ambientales y la existencia de diferentes especies vegetales. Ya existen además de plantas los animales, y los alimentos se cultivan para ambos: hombre y animal. No se logra sin embargo establecer una relación geográfica y por tanto climatológica suelo-planta; si bien ya relacionan agua y oxígeno con el suelo, no logran articular una respuesta que deje claro que éstos se interrelacionan a través de ciclos que sustentan la vida.

Comparativamente con los datos obtenidos cuando se aplicó este cuestionario al grupo testigo, el 62.5% dice que el suelo es un recurso natural, el 25 % contesta que no sabe si todos los suelos son iguales y el 56.25% no sabe que es erosión; en tanto que respecto del concepto de suelo y las respuestas de puño y letra del grupo, igualmente para la mayoría, el suelo es “para sostenernos”, “para que no nos caigamos a la tierra”, “para sostener las construcciones y cultivar”, “es un recurso natural que sirve para la agricultura, nuestras casas y nos sostiene”, es decir:

- a) Para la mayor parte del grupo, el suelo tiene un valor instrumental que no es congruente con la respuesta mayoritaria acerca de que éste es un recurso natural. Lo anterior indica que la mayoría tiene memorizado y no comprendido este concepto.
- b) Sus respuestas implican también la existencia de una confusión de los conceptos suelo, piso y Tierra, e igualmente entre las relaciones existentes entre estos conceptos.

Lo que resulta similar a lo obtenido cuando se aplicó este cuestionario de forma previa a la intervención a los niños con quienes se trabajó la propuesta, cuando éstos estaban en 5º año; existen sin embargo diferencias comparativas notables entre ellos, respecto a los siguientes porcentajes: 62.5% que el suelo es un recurso natural, el 25 % que contesta que no sabe si todos los suelos son iguales y el 56.25% no sabe que es erosión.

II.- La interpretación para los datos obtenidos en la **Tabla No. 2**, para este mismo cuestionario de conceptos previos, cuando éste fue aplicado a los niños de 5º grado de la escuela “Leyes de Reforma” se desprende lo siguiente:

Respecto al concepto previo de suelo, el 35.29 % lo concibe como el material que pisamos, el 29.41% como el material que sostiene lo que el hombre construye, y el 35.29% como un recurso natural. Sólo para un 52.94% éste se formó durante miles de años, el 82.35% reconoce que no todos los suelos son iguales y prácticamente una mitad del grupo no sabe qué es erosión y la otra sí.

En cuanto a sus ideas sobre ¿para qué sirve el suelo?:

- a) El valor del 35.29% que conceptualiza al suelo como recurso natural, es inconsistente con sus respuestas escritas de puño y letra.
- b) Sus respuestas dejan claro no sólo que no diferencian entre suelo, piso y tierra, sino que su confusión es grande respecto al concepto, sus funciones, y sobre cómo este constituye parte de La Tierra: El suelo sirve para “que todos lo pisen y no estemos pisando la tierra”, “para sostenernos para que no nos caigamos a la tierra”, “para muchas cosas ej: sembrar, construir y para que se cree agua debajo del suelo” (1), “para que si no uviera suelo abria agua y solamente nadariamos”, “para que las plantas puedan nacer”, “para barrerlo tenerlo limpio y un poco cuidado”, “el suelo sirve para un recurso natural”, “yo creo que es algo muy util por que separa la civilización humana y animal del magma del centro de la tierra y ademas da vida a la fauna (arboles y plantas). Yo creo que hay que cuidarlo más”.
- c) La Tierra, es “algo” dentro de lo cual podemos caer y no el planeta en el que habitamos.

Los datos obtenidos de estos mismos niños, luego del trabajo realizado con ellos, son los siguientes: para el 77.77% del grupo el suelo es un recurso natural, alrededor de un 10% más lo concibió como una formación que se efectúa a través de miles de años, y 10% más conceptualizó acertadamente la erosión como una pérdida del recurso.

El incremento de más del 50% en el concepto del suelo como recurso natural, es ahora congruente con sus respuestas escritas a la pregunta de ¿para qué sirve el suelo?:

- 1) “Para sembrar, sostener lo que construye el hombre”
- 2) “Para la agricultura y también para sacar minerales y también petróleo”
- 3) “Plantar árboles, verduras, para la agricultura”
- 4) “Sembrar y sostener al hombre y la planta”
- 5) “Para que haya vida. Una parte es fértil y otra no”

Éstas si bien indican con respecto a la primera evaluación, una mayor comprensión sobre la utilidad del suelo para la vida y para la realización de otras actividades, se centran mayoritariamente en la agricultura, reconocen la existencia de suelos fértiles y de otros que no lo son, no indicando sin embargo el reconocimiento de otras de sus funciones; no existen los animales. Como en los casos anteriores, sus respuestas son antropocéntricas.

Por otro lado, los datos obtenidos para el grupo testigo son: sólo el 26.66% piensa que el suelo es un recurso natural, el 40% que es el material que pisamos y el 33% que es el material que sostiene lo que el hombre construye; en tanto que el 60% indica que se formó durante miles de años, el 86.66% dice que no todos los suelos son iguales y el 79.99% no sabe que es erosión; en cuanto a sus respuestas por escrito, estas son:

- 1) “Para jugar para pisarlo para plantar árboles y así podamos tener oxígeno para vivir”
- 2) “Para sostener edificios para pisarlo si no nos caíramos, sirve para plantar plantas y sirve para lo que tu lo utilices”
- 3) “Para los coches no aga tanto polvo”
- 4) “Para que los seres vivan dentro, también el uso de la agricultura”
- 5) “Para que yo mantenga las cosas sobre él”

La respuesta: “Para los coches no aga tanto polvo”, probablemente indica confusión entre pavimento y suelo; “Para que los seres vivan dentro, también el uso de la agricultura”: no deja claro el que es “dentro”, porque las lombrices viven dentro, pero otros seres y entre ellos el hombre, no; el concepto predominante es nuevamente que el suelo es para sostenernos y para no “caerse”; se concibe su uso para la agricultura y es el único caso en que se relaciona al suelo con el plantar árboles para así tener oxígeno; lo que podría ser el establecimiento incipiente de una relación causal suelo-planta con una de sus muchas funciones.

En lo que concierne a la comparación del grupo con el que se trabajó, con respecto al grupo testigo, tenemos los siguientes datos: hay una diferencia de 51% en la conceptualización del suelo como recurso natural, para un 12.22% más, la erosión significa pérdida de suelo; sin embargo, un 11.11% más contestaron que todos los suelos son iguales y un 27.77% que no sabían.

El incremento de más del 51% en el concepto del suelo como recurso natural, si bien guarda congruencia con sus respuestas escritas a la pregunta de ¿para qué sirve el suelo?, ésta es inferior en términos de establecimiento de relaciones y funciones, que para la lograda en el caso del grupo de la otra escuela respecto a su testigo, y sus respuestas no indican el logro de un mayor grado de diferenciación e interrelación.

En general se puede decir que en todos los casos no hay interpretación organizacional.

Sobre la base de los datos obtenidos acerca de sus conceptos previos, se programaron las siguientes sesiones y actividades, con la intención de construir cambios en ellos, por lo que algunas de las preguntas se repiten posteriormente en otro contexto, o en referencia a otro tipo de relaciones a efecto de averiguar mediante sus contradicciones, si los conceptos fueron interiorizados, si aún hay duda al respecto, o si éstos están memorizados para continuamente reorganizar el trabajo en función de ello.

III.- Para la **Tabla No. 3** sobre conceptos acerca del suelo, las respuestas de los grupos comparadas con sus testigos fueron las siguientes:

En el caso de los niños con que se trabajó en el Instituto “Alfonso Sánchez García”, el 100% indica que el suelo se formó a través de millones de años y el 75% dice que éste siempre ha existido, en tanto que en el grupo testigo sólo el 46.15% y el 53.84% opina lo mismo.

Las respuestas a esta misma pregunta para la escuela “Leyes de Reforma”, son las siguientes: El 94.44% contesta que el suelo se formó a través de millones de años, en tanto que en el grupo testigo un 85.71% dice lo mismo; de igual forma, en el grupo de trabajo el 5.55% respondió que siempre ha existido y en el testigo el 14.28%. Datos que no indican grandes diferencias entre estos grupos y para esta escuela.

Para la frase por completar: El suelo que tiene actualmente La Tierra, las respuestas del Instituto “Alfonso Sánchez García” fueron las siguientes; el 75% del grupo de trabajo, contestó que se formó a partir de las rocas y minerales que formaron la corteza terrestre, en tanto que sólo el 38.46% del testigo coincidió; el 25% dice que existe desde que se formó el planeta y el 53.84% del testigo también. Aquí es de notar que a pesar de que el 100% de los niños del grupo de trabajo contestó en la pregunta anterior que el suelo se formó a través de millones de años, ahora contradictoriamente un 25% dice que éste existe desde que se formó el planeta, lo que equivale a contestar que siempre ha existido, respuesta para la cual anteriormente tenían un 0% de respuesta y que evidencia la dificultad que tienen para comprender la diferencia entre haberse formado hace miles de años, y formarse a través de miles de años, pues mientras esto último indica la realización de un proceso continuo y por tanto en constante evolución, el otro se refiere simplemente a una gran antigüedad en la escala del tiempo.

Para esta misma frase, los datos de la escuela “Leyes de Reforma” son los siguientes: el 72.22% de los niños del grupo de trabajo dicen que el suelo se formó a partir de las rocas y minerales que formaron la corteza terrestre y el 78.57% del testigo también; el 27.77% contestaron que se formó a partir de materia orgánica, al igual que un 14.28% del testigo y un 7.14% del testigo dice que éste existe desde que se formó el planeta.

Cuando se analiza la frase a completar: El suelo es un recurso natural, tenemos las siguientes respuestas para los niños del Instituto “Alfonso Sánchez García”; el 87.5% dice que es escaso, y sólo el 53.84% del testigo contesta lo mismo, el 12.5% dice que es abundante y el 23.07% del testigo también, y otro 23.07% del testigo dice que es un recurso natural sin problemas.

Para el caso de la escuela “Leyes de Reforma”, tenemos para esta misma frase los siguientes porcentajes de respuesta: El 27.77% dice que es abundante y el 85.71% del testigo dice lo mismo, el 72.77% del grupo de trabajo contesta que el suelo es un recurso natural escaso y sólo el 7.14% del grupo testigo contesta esto mismo, en tanto que sólo para el grupo testigo un 7.14% dice que es

un recurso natural sin problemas.

Hasta la pregunta anterior, las respuestas dadas por los niños del grupo de trabajo de la escuela “Leyes de Reforma”, ofrecían poca diferencia con respecto a las del grupo testigo; incluso en algunos casos las del grupo testigo fueron más cercanas a la realidad. Sin embargo, cuando las preguntas ya no corresponden a tópicos comunes al currículum escolar, o a lo que se escucha a través de los medios de comunicación como es el caso de la pregunta anterior, queda claro que si bien pueden contestar exitosamente que el suelo se formó a través de millones de años y a partir de las rocas, no lo consideran un recurso escaso, sino abundante y sin problemas; es decir, tienen mayor posibilidad de respuesta exitosa a preguntas que pueden ser memorizadas en algún grado, que para aquellas que implican el análisis, establecimiento y comprensión de resultados de relaciones causales y de procesos que evolucionan a través del tiempo. Esto hace que a primera vista, las diferencias debidas a la intervención curricular sean menos observables en el grupo de trabajo para esta escuela.

Lo anterior se reafirma tanto con las respuestas ofrecidas por ellos al razonamiento que se muestra a continuación, como con el análisis comparativo de sus respuestas de puño y letra.

Para la frase: El suelo fértil sobre La Tierra, se obtuvieron las siguientes respuestas.

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: un 93.75% contestó que es un recurso muy escaso y el 6.25% que es todo el suelo que existe.

Grupo testigo: Un 30.76% que es un recurso muy escaso, 30.76% que es todo el suelo que existe y 38.46% que es un recurso muy abundante.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 66.66% indica que es un recurso muy escaso, 22.22% que es todo el suelo que existe y 11.11% que es un recurso muy abundante.

Grupo Testigo: el 64.28% que es un recurso abundante, el 28.57% que es todo el que existe y sólo el 7.14% que es muy escaso.

Ahora, para la pregunta: ¿Qué actividades humanas dañan más el suelo?, se obtuvieron las siguientes respuestas.

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 93.75% dijo que el desmonte de los bosques, el riego con agua no tratada y la adición de sustancias químicas en grandes cantidades y el 6,25% el consumismo.

Grupo Testigo: para el 38.46% la respuesta es el desmonte de los bosques, el riego con agua no tratada y la adición de sustancias químicas en grandes cantidades, el 30.76% opina que son las actividades comerciales y el 30.76% que es el consumismo.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 61.11% dice que son el desmonte de los bosques, el riego con agua no tratada y la adición de sustancias químicas en grandes cantidades el 22.22% opina que las actividades comerciales y el 11.11% que es el consumismo

Grupo Testigo: el 71.42% piensa que es el desmonte de los bosques, el riego con agua no tratada y la adición de sustancias químicas en grandes cantidades, el 21.42% que son las actividades comerciales y el 7.14% que es el consumismo.

Nuevamente hay mayor consistencia en el conjunto de respuestas para el grupo de trabajo del Instituto “Alfonso Sánchez García”, tanto respecto a sus anteriores respuestas, como cuando este se compara con el testigo; también mayor evidencia de evolución constructiva de conceptos verídicos respecto a los testigos, pero igualmente mayor identificación de relaciones causales, puesto que del consumismo que no exige a las empresas respetar el ambiente, se derivan la prácticas de actividades comerciales que dañan el medio, por lo que son el consumismo, el desmonte de los bosques, el riego con agua no tratada y la adición de sustancias químicas en grandes cantidades las actividades que más dañan el suelo.

Sin embargo, lo que realmente deja claras las diferencias en razonamientos logrados entre ambos grupos de trabajo, y de los grupos de trabajo con respecto a sus testigos, son sus respuestas escritas de puño y letra; el análisis de las cuales indica que para la pregunta ¿Qué podemos hacer para cuidar el suelo?:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: identifican que son ellos quienes deben exigir a las empresas que respeten el ambiente y asumen que parte del cuidado que se debe tener les corresponde a ellos mismos; reconocen como parte del problema ambiental, se requiere controlar la población –relación causal directa-; establecen relaciones organizacionales cuando indican que para bienes comerciales, se debe usar el suelo que no es fértil; establecen multiplicidad causal derivada de la actividad humana cuando indican no usar químicos tan agresivos que dañan el agua y el suelo, no talar árboles, regar con agua tratada, no tirar basura y no contaminar.

Grupo Testigo: Se quedan en el “NO hacer” esto o aquello.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: Las relaciones causales que establecen son indirectas y se encuadran en el “no hacer” impersonal que utiliza el imperativo como medio para mantener una distancia entre el yo y la causa, no se involucran como parte del problema: hay que “decirle al gobernador que cuide el suelo”. No obstante, y a pesar de la distancia que mantienen, sí identifican la necesidad de no construir en suelo fértil, no tirar basura, no talar árboles, y no usar sustancias químicas. Sólo establecen relación causal directa que significa algún involucramiento, cuando dicen “no reproducirnos mucho”. Todo lo cual es congruente con un fuerte hábito memorístico.

Grupo Testigo: El uso del imperativo que nos aleja del tomar posición e involucrarnos es utilizado también en este grupo. Las relaciones causales que establecen

son por lo tanto indirectas, pero también mínimas. Llama la atención a su edad, encontrar la siguiente respuesta: “sinceramente digo yo que no hay remedio”.

IV.- Para la **Tabla No. 4** sobre conceptos acerca del suelo como medio,

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: para el 93.75% el suelo es recurso natural que permite la existencia de la vida y sólo para el 6.25% el piso sobre el cual se desarrollan las civilizaciones.

Grupo Testigo: un 5.55% lo considera un medio para el crecimiento de las plantas, para el 77.76% es un piso o un soporte útil para actividades humanas, y sólo el 16.66% lo considera un recurso natural que permite la existencia de la vida.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 53.84% lo considera un recurso natural que permite la existencia de la vida, un 15.38% como piso o soporte de actividades humanas y el 30.76% como un medio para el crecimiento de las plantas.

Es decir, en un elevado porcentaje de los niños (30.76%) si bien se reconoce la relación suelo-planta, ésta idea no se logra articular con el hecho de que es precisamente esta relación suelo-planta la que permite la existencia de la vida y hace del suelo un recurso para la misma.

Grupo Testigo: para el 33.33% es un recurso natural que permite la existencia de la vida, para el 26.66% es un medio para el crecimiento de las plantas y para el resto -39.99%-, un piso o soporte de actividades humanas.

Existen claras diferencias entre los grupos de trabajo y sus testigos que indican que se logró avanzar en la conceptualización del suelo como medio de desarrollo de la vida; por otro lado, en ambos grupos de trabajo se reconoce la relación suelo planta, sin embargo, no en ambos se logró el mismo grado de relaciones causales y organizacionales. Esto se reafirma con los datos obtenidos para las siguientes frases por completar.

Para la frase, Todos los suelos pueden ser utilizados por igual, se presenta a continuación la forma en que ésta fue completada:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 87.5% dice que “como recurso natural a cuidar” y el 12.5% “para producir cualquier planta”.

Grupo Testigo: el 55.55% dice que “como soporte para construir ciudades”, 11.11% “para producir cualquier planta” y 11.11% “para sembrar árboles”, destacándose el hecho de que sólo el 5.55% contesta “como recurso natural a cuidar” y 11.11% para sembrar cultivos.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: para el 61.53% la respuesta fue “como recurso natural a cuidar”, 7.69% “para producir cualquier planta”, 7.69% “para sembrar árboles” y 23.07% “para sembrar cultivos”.

Grupo Testigo: para el 53.33% la respuesta fue “como recurso natural a cuidar”, el 20% “como soporte para construir ciudades” y el 6.66% “para sembrar árboles” y el 20% “para sembrar cultivos”.

La comparación de respuestas de ambos grupos de trabajo con respecto de los testigos, muestran que se avanzó hacia la conceptualización del suelo como recurso natural a conservar y a la vez en su consideración como un medio para el crecimiento de las plantas; pero también que no diferencian entre suelos propios para diferentes especies vegetales; les es igual cualquier planta, cultivo ó árbol.

De igual forma, para la frase por completar El suelo aloja..., las respuestas fueron:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 75% indicó “plantas y animales con ciclos de vida que se complementan”, el 18.75% “animales que nacen crecen y se reproducen”, y el 6.25% “plantas que se cultivan”.

Grupo Testigo: el 38.88% contestó “plantas que se cultivan”, el 16.66% “animales que nacen crecen y se reproducen”, 16.66% “raíces que alimentan a las plantas”, 11.11% “plantas y animales con ciclos de vida que se complementan” y 16.66% “no sé”.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 46.15% “plantas y animales con ciclos de vida que se complementan”, 30.76%, “animales que nacen crecen y se reproducen”, 15.38% “plantas que se cultivan” y 7.69% “raíces que alimentan a las plantas”.

Grupo Testigo: 33.33% “plantas que se cultivan”, 33.33% “plantas y animales con ciclos de vida que se complementan”, 20% “raíces que alimentan a las plantas” y 13.33% “no sé”.

Ambos grupos de trabajo se diferencian claramente de sus testigos, pero es clara también la diferencia existente entre ellos, en cuanto a interrelaciones y relaciones de organización del medio a nivel de sistemas y de interrelaciones de complementariedad: en las que los ciclos de vida de plantas y animales se entrelazan y dónde el suelo es el medio en que estos ciclos se desarrollan.

Como respuesta a la frase Las plantas se alimentan de..., se obtuvieron los siguientes complementos:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 81.25% contestó que de agua y nutrimentos, en tanto que un 6.25% de agua, 6.25% de nutrimentos y 6.25% de fertilizantes.

Grupo Testigo: para el 66.66% las plantas se alimentan de agua, el 27.77% dijo que de agua y nutrimentos y el 5.55% de fertilizantes.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 76.29% contestó que de agua y nutrimentos, 7.69% de nutrimentos, 7.69% fertilizantes y 7.69% dijo no saber.

Grupo Testigo: el 60% contestó que de agua y nutrimentos, el 20% de agua, el 6.66% de nutrimentos y el 13.33% de fertilizantes.

En este caso y para efectos de la evaluación, si bien se sabe que las plantas se alimentan de agua e iones nutrimentales en disolución, debe aquí considerarse que los niños son de educación básica, así como que sus conocimientos sobre el suelo y sus relaciones con el medio estaban en construcción, por lo que si bien es posible decirlo tal cual a los niños y que estos lo memoricen; no es posible en cambio construir este conocimiento sino de forma procesual, mediante aproximaciones a la realidad. Por ello, en el momento educativo en que estas respuestas se colectaron, la mejor aproximación a la realidad era que las plantas se alimentan de agua y nutrimentos.

Por último, para la pregunta por completar, En el suelo hay...., sus respuestas fueron:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 93.75% indicó que agua, nutrimentos y seres vivos vegetales y animales con diferentes ciclos de vida, el 6.25% animales y plantas con diferentes ciclos de vida.

Grupo Testigo: el 38.88% contestó que agua, nutrimentos y raíces, el 22.22% animales y plantas con diferentes ciclos de vida, 22.22% agua, nutrimentos y seres vivos vegetales y animales con diferentes ciclos de vida, y 16.66% no sé.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 76.92% contestó agua, nutrimentos y raíces, el 22.22% animales y plantas con diferentes ciclos de vida, 7.69% dijo que agua, nutrimentos y raíces, 7.69% animales y plantas con diferentes ciclos de vida, y 7.69% no sé.

Grupo Testigo: 40% indicó que agua, nutrimentos y raíces, el 20% agua, nutrimentos y seres vivos vegetales y animales con diferentes ciclos de vida, y 40% animales y plantas con diferentes ciclos de vida.

Las respuestas de ambos grupos testigos son similares en cuanto a la dispersión de sus respuestas; sin embargo, nuevamente es clara la diferencia de éstos con respecto a los grupos de trabajo, para los que el análisis de sus respuestas mayoritarias indican una categorización de mayor complejidad acerca de los elementos que constituyen el medio, de las relaciones de complementariedad existentes entre ellos y de las interrelaciones organizacionales entre elementos.

Por otro lado, en la respuesta anterior, los alumnos del grupo testigo de la Escuela “Leyes de Reforma”, contestaron en un 60% que las plantas se alimentan de agua y nutrimentos, por lo que pareciera haber escasa diferencia con el grupo de trabajo que contestó eso mismo en un 76.92%; sin embargo, a través de sus respuestas a esta última pregunta, se observa que no son capaces de establecer la relación entre esa agua y nutrimentos con su presencia en el suelo para la realización del ciclo de vida implícito en el alimentarse.

V.- Para la **Tabla No. 5** acerca de las partículas que constituyen el suelo, tenemos las siguientes respuestas e interpretaciones:

Para la pregunta por completar El suelo está formado por.....:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 68.75% indica que por partículas diferentes, el 18.75% por partículas similares, 6.25% partículas iguales y otro 6.25% no sé.

Grupo Testigo: sólo un 11.11% contestó que por partículas diferentes, el 33.33% dijo no saber, el 11.11% por partículas similares, el 16.66% que por partículas grandes, y 27.77% por partículas iguales.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 94.11% por partículas diferentes, y sólo el 5.88% por partículas iguales.

Grupo Testigo: sólo el 18.75% contestó que por partículas diferentes, 50% dijo que por partículas similares, 12.5% por partículas iguales, otro 12.5% Por partículas grandes y 6.25% no sé.

La dispersión de respuestas en ambos grupos testigo indica que no tienen conceptualizado el cómo está formado el suelo, en tanto que para los grupos de trabajo, la mayoría sabe que está constituido por partículas diferentes, siendo clara la diferencia entre grupos de trabajo y sus testigos en cuanto al conocimiento de la composición heterogénea del recurso edáfico.

Ahora, con la finalidad de identificar contradicciones y acercamientos conceptuales a la realidad, se presentan las respuestas a la frase por completar, Las partículas del suelo...:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 87.5% contestó que tienen diámetros diferentes, 6.25% que tienen diámetros similares, y otro 6.25% que no se conoce su diámetro.

Grupo Testigo: 11.11% dijo que tienen diámetros iguales, 22.22% tienen diámetros similares, 33.33% tienen diámetros diferentes, 16.66% no se conoce su diámetro y 16.66% no sé.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 58.82% dijo que tienen diámetros diferentes, 5.88% tienen diámetros similares, 17.64% no se conoce su diámetro y otro 17.64% que no sabe.

Grupo Testigo: el 43.75% que tienen diámetros diferentes, 18.75% diámetros similares, 18.75% no sabe, 12.5% no se conoce su diámetro y 6.25% tienen diámetros iguales.

Nuevamente existe gran dispersión de las respuestas dadas por los grupos testigo. Sin embargo para los grupos de trabajo, en su mayoría, el suelo está formado por partículas diferentes y éstas tienen diferentes diámetros.

Buscando contradicciones y complementariedad, se insiste mediante la repetición de la misma frase por completar, Las partículas del suelo.....:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 81.25% contestó que retienen diferente cantidad de agua, 6.25% que no retienen agua, 6.25% retienen igual cantidad de agua, y 6.25% toda el agua pasa a través de ellas.

Grupo Testigo: 16.66% que retienen diferente cantidad de agua, 16.66% no retienen agua, 16.66% retienen igual cantidad de agua, 38.88 toda el agua pasa a través de ellas, y 11.11% que no sabe.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 82.33% indican que retienen diferente cantidad de agua, 5.88% toda el agua pasa a través de ellas y otro 5.88% que no sabe.

Grupo Testigo: 37.5% dice que retienen diferente cantidad de agua, 12.5% no retienen agua, 12.5% retienen igual cantidad de agua, 31.25% toda el agua pasa a través de ellas y 6.25% que no sabe.

Conforme es mayor la complejidad de los conceptos involucrados en las frases a completar y preguntas por contestar, mayor es también la dispersión de las respuestas dadas por los grupos testigo y más claras también las diferencias conceptuales entre grupos de trabajo con respecto de sus testigos. Para los grupos de trabajo, la respuesta mayoritaria es que, el suelo está formado por partículas diferentes, que tienen diferentes diámetros y retienen diferente cantidad de agua.

Las respuestas a la frase por completar El porcentaje de partículas en un suelo....., son las siguientes:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: 93.75% contestó que en cada suelo es diferente y 6.25% no se conoce.

Grupo Testigo: 61.11% que en cada suelo es diferente, 16.66% que es siempre el mismo, 5.55% que no es importante, y 16.66% que no sabe.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: el 88.23% contestó que en cada suelo es diferente, 5.88% que es siempre el mismo y 5.88% que no sabe.

Grupo Testigo: 68.75% contestó que en cada suelo es diferente, 12,5% que siempre es el mismo y 18.75% que no se conoce.

Vemos como, si bien sí hay diferencia en la frecuencia porcentual de respuesta entre grupos testigo y de trabajo, en realidad, en todos los casos todos los grupos contestaron que el porcentaje de partículas en el suelo es en cada caso diferente. Sin embargo, sólo las respuestas mayoritarias obtenidas de los grupos de trabajo guardan congruencia entre sí, respecto a lo que a través de todas sus respuestas nos dicen: el suelo está formado por partículas diferentes, que tienen diferentes diámetros, retienen diferente cantidad de agua, y el porcentaje de partículas presente es diferente en cada uno.

A su vez, lo que el conjunto de respuestas mayoritarias de los grupos testigo indican es que: el suelo está formado por partículas iguales o similares; que tienen diámetros similares, iguales o

desconocidos; y que a la vez retienen igual cantidad de agua, no retienen agua o que ésta pasa a través de ellas; así como que el porcentaje de partículas presente es diferente en cada uno.

A la frase La textura del suelo...., se obtuvieron las siguientes respuestas:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: 93.75% contestó que ésta es diferente en cada suelo, y 6.25% no contestaron.

Grupo Testigo: 22.22% dijo que siempre es la misma, 55.55% que es diferente en cada suelo, 11.11% que es igual en todos los suelos y otro 11.11% no sabe.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 94.11% que es diferente en cada suelo, y 5.88% que no es importante.

Grupo Testigo: 6.25% que siempre es la misma, 18.75% que es diferente en cada suelo, 6.25% no es importante, 56.25% es igual en todos los casos y 12.5% no sabe.

Para el caso del grupo testigo de la escuela “Leyes de Reforma”, existe nuevamente contradicción entre su respuesta a la que 68.75% contestó que el porcentaje de partículas en cada suelo es diferente y el hecho de que sólo el 18.75% dice que la textura del suelo es diferente en cada suelo.

La homogeneidad de respuestas de los grupos de trabajo es mayor y contrasta con la dispersión de respuestas de los testigos. Para los grupos de trabajo, existe correspondencia entre las respuestas que en un 93.75% y 88.23% indican que el porcentaje de partículas en cada suelo es diferente y sus respuestas de 93.75% y 94.11% que dicen que la textura es diferente para cada suelo; lo cual se reafirma con sus respuestas escritas de puño y letra a la pregunta **¿Qué nos puedes decir sobre las similitudes y diferencias observadas?**, cuando se les pidió que compararan los terrones de dos suelos diferentes; respuestas que además dejan claro que los niños de los grupos de trabajo si entendieron lo que es la textura –al nivel en que se trabajó, no como un edafólogo-, y que la congruencia en sus respuestas es conceptual. Los niños del grupo de trabajo no supieron que es textura, ni cual su relación con porcentajes diferentes de partículas.

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo:

- 1) “El color y la textura, la segunda está más rasposa y la primera es más pegajosa”.
- 2) “Cada suelo tiene diferente textura, color y tamaño de partículas, unos tiene más de una que de otras y unas son más manejables que otras, una es más dura y la otra muy frágil”.
- 3) “Hay suelos diferentes unos del mismo color, otros con piedras de diferente tamaño, cuando se secan, uno se hizo duro y otro no”.
- 4) “Las similitudes es que son tierra”.
- 5) “No encontré similitudes”
- 6) “Absorben diferente cantidad de agua”.
- 7) “Las partículas más chicas se pegaban en la mano. Los suelos eran limoso y arcilloso”.

- 8) “Suelo 2: El suelo es eterogeneo y mi huella digital se le quedó”.
- 9) “Con el agua tenían diferente olor”.

Grupo Testigo:

- 1) “No sé”.
- 2) “No entiendo”.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo:

- 1) “Similitudes; las dos son tierra. Una es rasposa y la otra es suave”
- 2) “Todos los suelos son diferentes. El suelo 1 absorbe poco agua suelo 2 absorbe mucha agua”.
- 3) Las dos son diferentes en los tamaños de particulas. La primera es un poco rasposa y la otra no.
- 4) “Las dos son diferentes en el tipo de suelo y de color y tamaño de partícula, era suave la segunda y la primera era muy dura y no la pudimos romper”.
- 5) “Las similitudes es que son tierra”.
- 6) “Suelo 1 era rasposo, tenía diferentes tonalidades de colores y es heterogeneo y mi guella digital se le quedo marcada. Suelo 2 el color es homogeneo y mas suave”.
- 7) “Que nunca va hacer igual el suelo”.
- 8) “Suelo 1 es muy rasposo y era eterogenio Suelo 2 mas era mas suave y omogenio, se podía moldear. Son diferentes tienen difrente olores y colores. Son arcilloso y limoso”.
- 9) “En el suelo 2 las partículas más chicas se pegan en la mano, es más fácil formar una bolita”.

Grupo Testigo: La mayoría lo dejó en blanco, pero algunas de sus respuestas fueron,

- 1) “El suelo no es el mismo”.
- 2) “Diferentes surcos de diferente grosor”.
- 3) “No se”.
- 4) “Está formado por particulas”.
- 5) “Casi todos los suelos no son iguales”.

VI.- Para la **Tabla No. 6** sobre la relación suelo-planta-agua

A la frase por completar El agua...., contestaron lo siguiente:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 88.88% contestó que el agua es un recurso natural indispensable para la vida de todos los seres vivos en el planeta y el 11.11% que es un elemento vital para el cuerpo humano

Grupo testigo: el 38.09% contestó que el agua es un recurso natural indispensable para la vida de todos los seres vivos en el planeta, el 42.85% que es un elemento

vital para el cuerpo humano, el 9.52% es el medio en que viven los peces, y 9.52% forma los océanos, mares y ríos del planeta.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 82.35% que el agua es un recurso natural indispensable para la vida de todos los seres vivos en el planeta, 5.88% es el medio en que viven los peces, 5.88% forma los océanos, mares y ríos del planeta, y 5.88% que es un elemento vital para el cuerpo humano.

Grupo testigo: 62.5% que el agua es un recurso natural indispensable para la vida de todos los seres vivos en el planeta, 18.75% forma los océanos, mares y ríos del planeta, 12.5% es el medio en que viven los peces, y 6.25% es un elemento vital para el cuerpo humano.

Para la frase, La planta para alimentarse...., se obtuvo lo siguiente

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: el 94.44% indica que toma el agua del suelo y 5.55% que toma el agua de los canales de riego.

Grupo testigo: el 4.76% toma el agua de la manguera, 14.28% toma el agua del suelo, 47.61% la toma del agua de lluvia, 14.28% toma de los canales de riego, y 19.04% dice no saber.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 88.23% que toma el agua del suelo, y 11.76% toma el agua de los canales de riego.

Grupo testigo: 37.5% que toma el agua de la lluvia, 25% toma el agua del suelo, 6.25% toma el agua de la manguera, y 31.25% toma el agua de los canales de riego.

La frase por completar, El suelo....., fue contestada de la siguiente forma:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: 100% sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle.

Grupo testigo: sólo 19.04% que sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle, 38.09% sostienen a la planta, 28.57% aloja a la raíz de la planta, 9.52% aloja a la planta y 4.76% que no sabe.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 83.25% sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle, 17.64% aloja a la raíz de la planta.

Grupo testigo: sólo 18.75% que sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle, y otro 18.75% que aloja a la raíz de la planta, 50% que sostiene a la planta y 12.5% que aloja a la planta.

Las diferencias conceptuales de organización de los elementos en el medio, de interrelaciones entre

los elementos del medio y de funciones de los elementos que constituyen el medio entre grupos de trabajo y sus testigos son claras. Los niños de los grupos testigo no articulan el hecho de que es la raíz la que se aloja en el suelo, que la raíz es parte de la planta, y es a través de ella que el suelo sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle.

Para abundar en ello, buscar contradicciones y a la vez complejizar desde el punto de vista organizacional y funcional el concepto, se les pidió completar la frase, Las plantas para crecer necesitan....., obteniéndose los siguientes datos:

* Instituto “Alfonso Sánchez García”:

Grupo de trabajo: 94.44% agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal, y 5.55% suelo, agua y fertilizante.

Grupo testigo: sólo el 4.76% agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal, 33.33% agua y fertilizante, 4.76% suelo y fertilizante, y 57.14% suelo, agua y fertilizante.

* Escuela “Leyes de Reforma”:

Grupo de trabajo: 82.35% agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal, y 17.64% suelo, agua y fertilizante.

Grupo testigo: 31.25% contestó que agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal, 50% que agua y fertilizante, 12.5% suelo y fertilizante, y 6.25% suelo, agua y fertilizante.

En estos últimos datos, y a simple vista, un elevado porcentaje de niños del grupo testigo contestaron que agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal -31.25%-, es decir, lograron establecer una relación compleja existente entre elementos y funciones del medio; sin embargo, su respuesta es discordante con el hecho de que sólo el 18.75% logra establecer una relación de complejidad inferior cuando en la anterior frase la completan diciendo que el suelo sostiene y alimenta a la planta para que esta se desarrolle, en tanto que la mayoría sólo logra conceptualizar que el suelo: aloja a la planta, sostiene a la planta, o aloja a la raíz de la planta.

Por el contrario, en ambos casos los grupos de trabajo ofrecen respuestas mayoritarias congruentes en cuanto a una construcción conceptual de creciente complejidad sistémica, en el orden funcional y organizacional, indicando con sus respuestas que: el agua, es un recurso natural indispensable para la vida de todos los seres vivos en el planeta; la planta para alimentarse toma el agua del suelo; el suelo sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle y las plantas para crecer necesitan agua, suelo y clima adecuado a la especie vegetal.

Del análisis del total de estas últimas respuestas contenidas en la Tabla No. 6, se destaca la diferencia respecto a la antropocentricidad mostrada en el estudio de sus concepciones previas: el agua ya no es vital sólo para los humanos o para nuestra navegación, y el suelo ya no sólo sostiene al hombre y sus construcciones.

La evolución en la apropiación de saberes que partiendo de sus ideas previas va hacia formas más complejas de conceptualización luego de la intervención pedagógica realizada, se muestran muy claramente a través de algunos de sus dibujos. Ejemplos de estos se presentan en las páginas 108 y 109.

VII.- Otro de los supuestos hipotéticos hechos, fue que era posible impulsar una acción normativa a partir de una enseñanza constructiva de la ciencia; por ello, la intervención realizada, buscó igualmente abordar el conocimiento del sistema suelo desde esta perspectiva normativa, para lo cual se trabajaron dinámicas de discusión y trabajo que los llevaran a la reflexión e impulsaran en los niños la formación de valores, principios y actitudes afines a la construcción de un desarrollo sostenible. En la **Tabla No. 7** se presentan de forma comparativa sus opiniones frente a problemas de vida que afectan el orden social, político y económico antes y después de la intervención.

El análisis de los mismos deja ver en general, algún cambio en el sentido que se indica a continuación para cada una de los problemas planteados:

- 1) Una mayor equidad en el reparto de las tareas a nivel familia sobre como cuidar de los mayores.
- 2) Posiciones más razonables y menos agresivas frente a la violencia actual.
- 3) Mayor compromiso e involucramiento frente a los problemas de contaminación.
- 4) Buscan ser equitativos sin lograrlo cuando asumen que el agua se debería racionar por partes iguales para todos, cuando en realidad esto es inequitativo, pues la manera real de ser justos en ello, sería cobrando más a quien más tiene.
- 5) Un mayor reconocimiento del valor del recurso suelo, con base a la diferenciación de su uso.
- 6) No se logró que se comprendieran el significado real de la pérdida de los suelos agrícolas para sus vidas.
- 7) Buscan medidas más equitativas.
- 8) Se avanzó en la comprensión de la problemática del campo y les queda clara la ausencia de apoyo gubernamental a los campesinos.
- 9) Se avanzó en la comprensión del problema del mercado, pero no suficiente; por lo menos ya reflexionan acerca de ello.

Se hace notar que es frente a este tipo reflexiones y no en las cognitivas, donde hubo el mayor número de preguntas en que los niños no contestaron nada, simplemente se abstuvieron. Las abstenciones fueron del orden del 5.26% al 33.33%, por lo que afectan la interpretación.

7.2 Evaluación del efecto de la intervención pedagógica realizada

A efecto tanto de evaluar, la propuesta pedagógica que se hace, y apoyar la interpretación de los resultados obtenidos que se efectuó en el punto **7.1**, se realizó tratamiento estadístico de los datos arrojados por las respuestas de los niños, mismas que se presentan en las tablas de resultados, de la número 1 a la 6. El tratamiento se realizó con el paquete estadístico SPSS 11.0 para Windows y la información correspondiente se presenta, como ya antes se dijo en el **ANEXO A**.

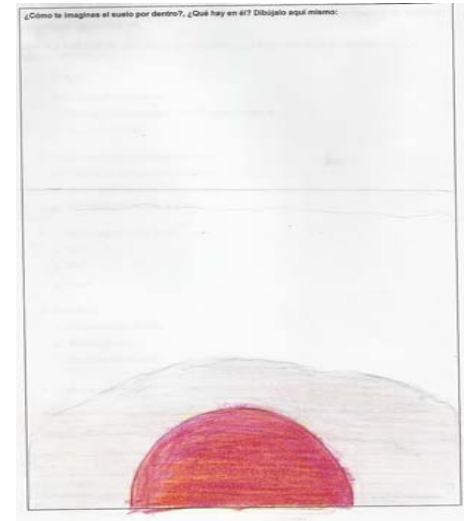
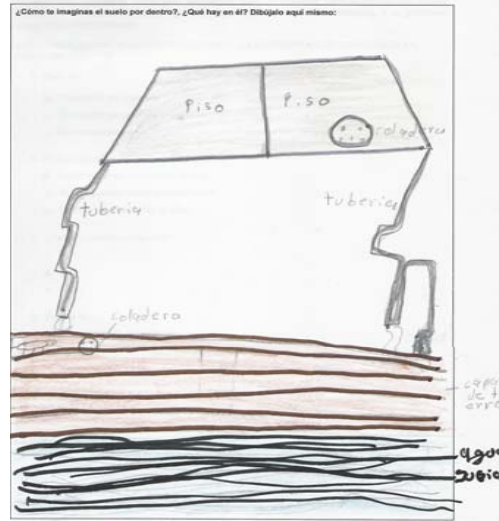
En el punto **7.1** hemos visto como en general, las explicaciones que a partir de las respuestas de los niños se extraen, indican que la propuesta de enseñanza interdisciplinaria que se hace, sí tuvo efecto positivo en los niños del *grupo de trabajo o participante*, en cuanto al logro de una apropiación de conceptos de mayor complejidad respecto al sistema suelo. Esto, comparativamente respecto a las respuestas que para los mismos temas, preguntas de la misma complejidad de conceptos, y sobre el mismo sistema suelo; ofrecieron los niños del *grupo control o testigo*.

Lo anterior se refrenda a partir del tratamiento estadístico de los resultados; mismos que indican que en ambos casos, los datos obtenidos para los dos grupos; los *participantes* o *de trabajo* que sí

recibieron el tratamiento-propuesta y los grupos *testigo* o *control* que sólo recibieron la acostumbrada educación escolar, son significativamente diferentes:

- a) La asociación entre la complejidad de las preguntas hechas a los niños que sí recibieron el tratamiento-propuesta –ó *grupo de trabajo*–, y las respuestas de éstos en ambas escuelas ($r = 0.442^*$), es significativa a $P = 0.034$ y positiva ó directa; esto significa que conforme las preguntas fueron consecutivamente más complejas, sus respuestas dejan ver que éstos lograron un grado de comprensión y apropiación de conceptos sobre el sistema suelo, que les permitió contestar acertadamente. Conforme se incrementó consecutivamente la complejidad de la pregunta, se incrementaron sus porcentajes de respuesta acertada.
- b) La asociación entre la complejidad de las preguntas hechas a los niños que no recibieron el tratamiento-propuesta, sino únicamente la acostumbrada educación escolar –ó *grupo testigo*–, y las respuestas de éstos en ambas escuelas ($r = - 0.470^*$), es significativa a $P = 0.024$ e inversa; esto significa que conforme las preguntas fueron más complejas, sus respuestas dejan ver que éstos poseían un menor grado de apropiación de conceptos sobre el sistema suelo, lo cual les impidió contestar acertadamente. Conforme se incrementó consecutivamente la complejidad de la pregunta, disminuyeron sus porcentajes de respuesta acertada.

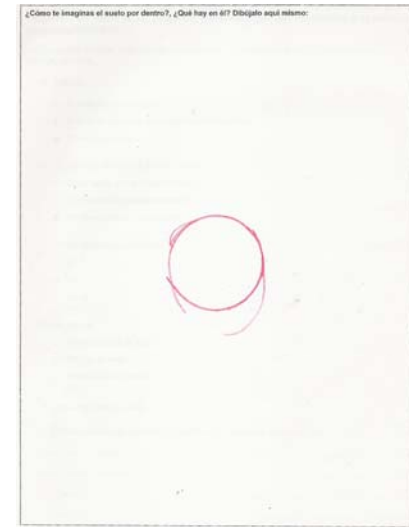
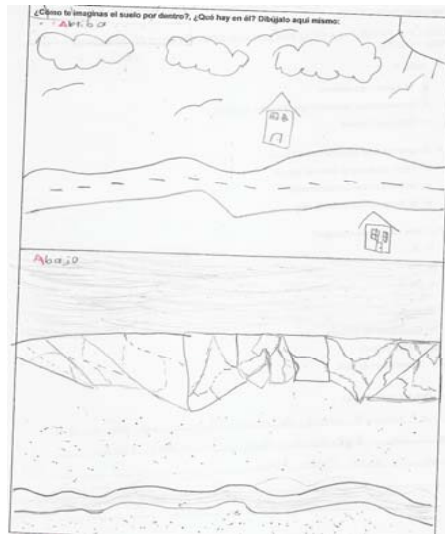
Conceptos previos sobre cómo se imaginan el suelo por dentro: Escuela “Leyes de Reforma”.



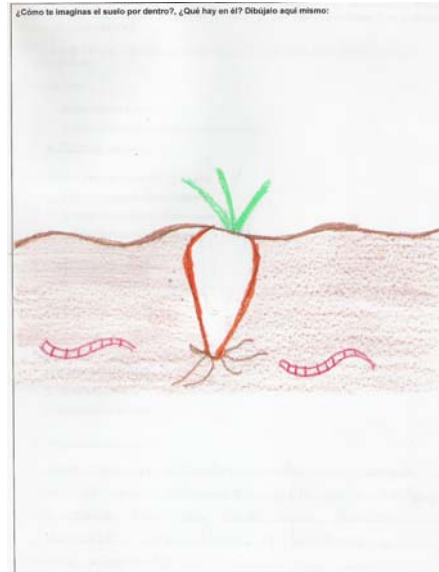
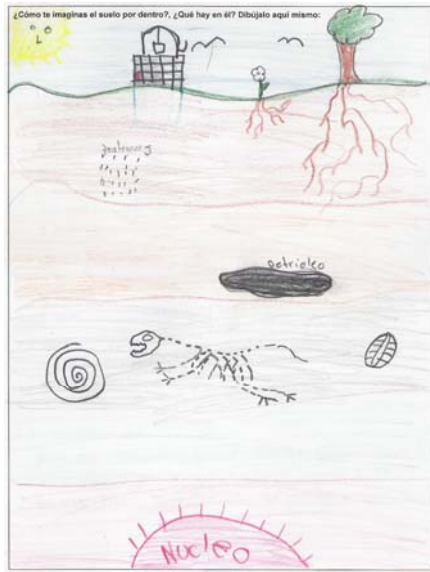
Concepto posterior a la intervención, sobre cómo se imaginan el suelo por dentro: Escuela “Leyes de Reforma”.



Conceptos previos sobre cómo se imaginan el suelo por dentro: Instituto “Alfonso Sánchez García”.



Concepto posterior a la intervención, sobre cómo se imaginan el suelo por dentro: Instituto “Alfonso Sánchez García”.



CONCLUSIONES

“Todo lo que en verdad necesitaba saber....., lo aprendí en el kinder”
Robert Folghum.

Como vía para contribuir al logro de una enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, que genere en los niños un interés por el conocimiento en general, la conservación de los recursos naturales en particular, y que los capacite para aportar soluciones a los problemas complejos en un marco ligado a la realidad social; se propuso y realizó, al interior de la escuela y en convivencia con la educación formal, una *intervención curricular no formal de orden ambiental*, la cual consistió en la aplicación de una propuesta metodológica de ambientalización, a través de la cual se tomara contacto con la realidad social y cultural circundante, por medio de la búsqueda de escenarios que permitieran: tanto la construcción de conocimiento desde una visión del mundo compleja y pluridisciplinar, como impulsar en ellos la formación de los valores de responsabilidad y compromiso con el entorno.

Parte esencial de la metodología planteada, es la comprensión del aprendizaje como un proceso continuo de construcción de conocimiento, lo cual significa que más allá de las metas y objetivos; los procesos a través de los cuáles éste se desarrolla, tienen valor en sí mismos. Uno de estos valores, es el trabajo de construcción de procesos determinados desde la perspectiva del alumno: con objeto de auxiliarle en la comprensión del conjunto de relaciones e interrelaciones existentes en un sistema, entre los elementos que componen un sistema, y/o entre sistemas, para impulsar el cambio de sus concepciones a lo largo del tiempo; conforme él avanza en su proceso de construcción de lo simple a lo complejo.

Otro, es la comprensión del proceso de evolución de los sistemas –su historia, como un conjunto de sucesos encadenados que se dan a lo largo del tiempo–, sean éstos físicos o sociales; lo que permite: analizar su conformación, entender su presente, plantearse el cómo podrían verse afectados o modificarse dichos sistemas en el tiempo, cuáles serían sus respuestas bajo diferentes condiciones y momentos, cómo afectarían estos al sistema Planeta y por tanto la vida, para aprender a analizar, planificar y prever. Uno más, es la comprensión de la existencia del cambio, la incertidumbre y la complejidad, como constantes en los sistemas que somos y en que vivimos; donde existen relaciones de orden-desorden, que fluctúan a lo largo del tiempo incesantemente.

En ese sentido y desde esta perspectiva, lo que las respuestas de los niños del grupo de trabajo revelan; a través de lo que señalan como respuestas, las frases que seleccionaron, lo que escribieron de puño y letra, sus descripciones y dibujos, es que en su concepto:

El suelo se ha formado a través de millones de años, y se sigue formando (*incompletud*); los suelos son diversos, presentan diferentes colores y están constituidos por partículas de diferentes tamaños, absorben diferentes cantidades de agua, son útiles para una gran cantidad de funciones y aportan muchos y variados beneficios –por ello son un recurso natural–, pero también se pueden perder fácilmente (*incertidumbre*); que está constituido por elementos que se relacionan entre sí y que a su vez éstos se interrelacionan con otros elementos de otros sistemas dentro del ambiente de forma complementaria: suelo-agua-planta-ambiente (*reconocimiento de los lazos entre las entidades*).

Se puede por ello decir que en general; tanto la evolución de los conceptos previos de los niños, como la de aquellos conocimientos que sus respuestas, descripciones y dibujos muestran que

lograron ser apropiados por ellos, indican que a través de la intervención pedagógica realizada y mediante el proceso metodológico seguido, se logró avanzar en la construcción de sus conocimientos respecto al concepto suelo, en una escala de lo simple a lo complejo, y que éstos sean más cercanos a la realidad. Esto, comparativamente respecto a las respuestas que para los mismos temas, preguntas de la misma complejidad de conceptos, y sobre el mismo sistema suelo; ofrecieron los niños del *grupo testigo*

No se puede sin embargo decir que los niños hayan logrado una visión sistémica del recurso suelo, pero sí es claro que se progresó en ese camino, pues de una visión totalmente antropocéntrica y utilitaria del suelo, se avanzó hacia una visión menos simple, de mayor reconocimiento de una organización del medio del cual el suelo forma parte, de sus funciones, relaciones, reconocimiento de otros elementos que intervienen en dichas relaciones, causalidades e interrelaciones; es decir, se avanzó en la percepción del concepto suelo como recurso natural indispensable para la vida. Visión que en general, se considera que se logró sea más cercana a la realidad en función de las siguientes consideraciones:

- El que los niños manifiesten algunas ideas sobre la organización del medio, podría no significar que lo comprendan bajo esta perspectiva; sino que tan sólo lograron caracterizar elementos y relaciones presentes en contextos concretos, sin por ello lograr generalizar esa caracterización a otros contextos más. Se observa sin embargo que los niños del grupo de trabajo, no sólo logran explicar por ejemplo, qué partículas forman el suelo, sino describir las propiedades del suelo que trabajaron en relación a las partículas que los forman, y hacerlas extensivas a todos los suelos. Por el contrario, los grupos testigo, por un lado, en general lograron menor caracterización de elementos y relaciones; por el otro, no logran generalizar esa caracterización a otros contextos.
- Con todo, avanzar en las perspectivas de organización medio-escenario no necesariamente es un progreso, menos aún si estas siguen siendo medio-aditivo, pero sí significan un avance en la medida en que como es el caso de los niños con quienes se trabajó, a través de los razonamientos implícitos en sus respuestas y escritos, logran establecer además de relaciones de organización del medio, otras de interrelación y de complementariedad entre elementos de diferentes sistemas, lo que sí significa una evolución en su transición hacia un pensamiento de perspectiva compleja.

Sin embargo, lo que realmente deja claras las diferencias en razonamientos logrados entre los grupos de trabajo con respecto a sus testigos: tanto en lo que a conceptualización del medio ya no como escenario, sino como el ambiente en el cual ellos y otros seres vivos se desarrollan, como respecto al hecho de que ya manifiestan un grado de responsabilidad; son sus propias palabras cuando escriben: que son ellos quienes deben exigir a las empresas que respeten el ambiente y asumen que parte del cuidado que se debe tener del medio les corresponde, a la vez que reconocen la sobrepoblación como parte del problema ambiental, y plantean el controlarla (*límites de crecimiento*).

- Uno de los principales obstáculos en la construcción de conceptos sistémicos, es la concepción de la causalidad mecánica y lineal; ésta se caracteriza por su unidireccionalidad, así como por su dependencia mecánica y simple que se establece entre los elementos del medio; lo que no permite que se aprecie la influencia de diversos factores incidiendo en un mismo hecho, ni la reciprocidad existente entre elementos del medio, debida a la interrelación e interacción existente entre los componentes de un sistema. Así por ejemplo, para los niños del grupo testigo el cuidado del suelo es cuestión de “decirle al gobernador que cuide el suelo” y la solución es el “no hacer esto o aquello”, en tanto que quienes estuvieron sujetos a la intervención logran en general, relacionar la

influencia de diversos factores incidiendo en ello, aún cuando es observable también que el avance en este sentido no fue igual para ambos grupos de trabajo.

▪ La dificultad de percepción de lo no evidente y presente en espacio y tiempo de forma inmediata: debido a la ausencia de la necesidad de buscar dicha percepción –dado que se les entrena para oír, apuntar, memorizar y repetir en un examen hoy, en este año escolar, con esta maestra y en esta escuela-, y por lo tanto, a la falta de costumbre para hacerlo, es un punto más a considerar, en esta evaluación de la propuesta hecha. Por ejemplo, mientras para los grupos de trabajo la planta toma el agua del suelo, los grupos testigo no lo perciben así; que es la raíz la que se aloja en el suelo, que ésta es parte de la planta, y que es a través de ella que el suelo sostiene y alimenta a la planta para que ésta se desarrolle, tampoco lo es.

Empero, la causalidad compleja no se percibe en los alumnos antes, y sí después de la intervención pedagógica, pero no consistentemente; lo anterior se atribuye fundamentalmente a:

- * El escaso tiempo con que se contó para realizar la intervención, en relación al requerido para la construcción de conocimientos que se construyan y apropien. Cambiar las formas de aprender como las de enseñar, no es algo que se pueda hacer en tiempo breve ni de forma automática, sino parte de un largo proceso de más de dos vías.
- * Igualmente asumir la realidad desde una perspectiva diferente a la que siempre se ha tenido, y mediante una metodología distinta a la de la transmisión de hechos ya acabados, así como trabajar en observar, registrar, analizar, discutir, concluir y proponer, en vez de memorizar y repetir, rompe con la dinámica habitual de la escuela y no es algo que se pueda lograr en corto tiempo. Mucho ayudó sin embargo en lo que se avanzó, el trabajo lúdico en la parcela y a través de las diferentes actividades y juegos.
- * La falta de experiencia propia para trabajar ciencias desde una perspectiva sistémica y compleja, y de ejercicio cotidiano para realizar una docencia igualmente compleja.
- * La dificultad inherente a la creación de las herramientas didácticas que representen adecuadamente los elementos a trabajar para el logro de una enseñanza que busca representar el mundo real en su complejidad y no en la simplicidad.

Razones todas por las cuales no se logró llegar hasta el punto en el cual trabajar en la conceptualización de cada elemento del sistema suelo como un sistema en sí mismo, en donde a su vez, cada elemento-sistema se interrelaciona e interactúa con todos los demás de forma intersistémica, para poder así tener evidencia consistente de ello.

Se concluye con base a resultados, que a través de la propuesta de enseñanza puesta en práctica con los *grupos de trabajo*, y mediante el proceso metodológico seguido, se logró una construcción de conocimiento de mayor complejidad sistémica del concepto suelo, y que éste sean más cercano a la realidad. Lo anterior se refrenda con el análisis del tratamiento estadístico de los datos; sin embargo, se reconoce que los resultados no son totalmente exitosos, pero sí indican un camino que es posible seguir y sobre del cual se puede y debe trabajar, para avanzar en la búsqueda del modelo de enseñanza que nos permita avanzar hacia una educación para la sostenibilidad. Es precisamente en esa búsqueda, que esta propuesta hace los siguientes aportes de importancia:

- * Asume como marco metadisciplinar una visión compleja del mundo y por ende una

enseñanza y aprendizaje de la ciencia que parte de una visión intersistémica para construir, tanto los conocimientos, como los valores necesarios al desarrollo.

* Concibe el medio como tema central y aglutinador de la ciencia en la construcción de la educación para el desarrollo: considerando que los problemas ambientales, son problemas de vida, que se reflejan en los órdenes social, político, cultural y económico.

* Considera de trascendental relevancia que el proceso de investigación se ajuste al aprendizaje, mediante problemas abiertos y complejos en constante reformulación; que orienten y definan al proceso de enseñanza en sí. En congruencia,

a) Ejemplifica para un sistema complejo y de importancia social trascendental como lo es el suelo, el cómo el proceso de investigación cuyo objetivo es la construcción de conocimiento, puede ajustarse a la dinámica del aprendizaje de los niños de educación básica, al realizarlo por etapas: iniciando con el planteamiento de problemas, preguntas, hipótesis, o interrogantes generales, abiertas pero complejas, que se van reformulando y redefiniendo en el proceso mismo de aprendizaje, para como parte de la construcción procesual de conocimiento, hacer comprender que éstas no se pueden resolver desde un único punto de vista; que se requiere para ello, tanto del uso de fuentes de información diversas, como de recurrir a su experiencia, al diálogo y al consenso, para mediante un trabajo en equipo: ir reformulando las preguntas, hipótesis –hipótesis de progresión-, o interrogantes a trabajar desde las esferas de lo conceptual, lo procedimental, lo actitudinal y lo afectivo.

b) Ilustra cómo organizar metodológicamente trayectos de conocimientos que se concatenan y complementan para construir conocimientos en una dirección determinada, y con una intención definida. Partiendo de lo sencillo y próximo a la percepción, experiencia y comprensión de los alumnos, hasta llegar a planteamientos que les permiten acceder a otros más complejos, o que dejan la puerta abierta a ello. Intentando enseñar a pensar de forma compleja, mediante una enseñanza que intenta ser igualmente compleja.

c) Contribuye a la construcción conceptual de lo relativo e inacabado del conocimiento; pues plantear la construcción de un concepto por etapas: construyendo en cada paso una hipótesis en progresión que oriente el trabajo para ello, implica, en los hechos y mediante el trabajo cotidiano, sembrar en la mente de los niños una visión relativa del conocimiento y por tanto, del mundo.

d) Aporta secuencias de experiencias, juegos y transposiciones didácticas, así como actividades experimentales, cuyos objetivos y desarrollo se inscriben en los tres ejes que la propuesta consideró fundamentales para una enseñanza de la ciencia de orden ambiental: la *complejidad*, la *interdisciplina* y la *creatividad*.

e) Ejemplifica como incorporar al ámbito de la enseñanza y conocimiento del sistema suelo la perspectiva normativa, en la búsqueda del desarrollo con equidad y justicia.

* Muestra el cómo se innovó para enriquecer el contexto escolar, ofrecer a los niños la posibilidad de tomar contacto con la realidad social y cultural circundante, e impulsar en ellos la formación de los valores de responsabilidad y compromiso con el entorno:

a) Contribuyendo al establecimiento de relaciones educativas y de trabajo entre la

escuela y las Sociedades Mexicana y Latinoamericana de la Ciencia del Suelo.

b) Creando, al interior de los Congresos Mexicano y Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, el “*Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo*”, como un espacio propio y propicio para los niños y jóvenes, e inmerso en una actividad propia de docentes e investigadores, con quienes se quiere que convivan e interrelacionen, con el objeto de a la par, concientizar a profesionales, docentes y científicos, sobre la necesidad de educar a los ciudadanos desde su infancia, en una cultura de preservación de los recursos naturales en general, y de los edáficos en particular, e incluirlos en este esfuerzo.

c) Organizando, como parte del proyecto educativo ¹³® “Así son los Suelos de mi Nación”, la formación de la “Red Nacional de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo” (RENAEECS http://www.smcs.org.mx/Proyecto_Educativo.htm), y de la “Red Latinoamericana de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo” (RELAEECS <http://www.slcs.org.mx/educacion.htm>).

En cuanto a la racionalidad del modelo de enseñanza planteado, se puede decir que éste guarda congruencia puesto que los objetivos, el método, las transposiciones didácticas, las actividades, experiencias y representaciones, parten de una misma visión del mundo –la compleja- y comparten una misma meta –ambientalizar el saber para enseñar ciencias de forma interdisciplinar y construir desarrollo-, así como que existen relaciones coherentes entre todo ello; pero también es racional, porque los resultados de su aplicación pueden evaluarse, para mediante la construcción de nuevas hipótesis reformular nuevamente el proceso de enseñanza, para reevaluándolo, buscar progresivamente incrementar su acercamiento al modelo educativo que deseamos construir para hacer realidad una educación para la sostenibilidad. Por lo que como respuesta a las interrogantes planteadas, los objetivos definidos y para la meta general de ambientalizar el saber, a través de un proceso metodológico continuo que haga posible, tanto escalar los conocimientos de los niños de lo simple a lo complejo, como organizar pedagógicamente toda acción de forma igualmente procesual; con base en el análisis de los resultados de este trabajo:

1) Se reafirma como factible la propuesta de ambientalizar los saberes desde una visión compleja del mundo, como un camino posible para una enseñanza interdisciplinaria de la ciencia de orden ambiental: interviniendo pedagógicamente el currículum como principio y no como recurso, con objeto de lograr una enseñanza de la ciencia que busca tanto la adquisición de los conocimientos, como el propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes, con la finalidad de plantear el cómo resolverlos a través de la construcción de *pensamiento emergente*.

2) Se propone buscar que las etapas de construcción procesual del conocimiento, constituyan una invitación al debate y a la reflexión sobre la visión del mundo desde el cual se abordan los conocimientos, así como sobre el tipo de tecnología y organización social que permitan a la gente vivir en armonía unos y otros con el medio natural. Es decir, ambientalizar los saberes: permeando el currículum, para construir la educación para el desarrollo.

3) Para el logro de esta forma de educar, se plantea realizar la ambientalización curricular de forma directa en *la escuela* cualquiera que sea su nivel, desde el preescolar hasta el postgrado, como

13 ® 03-2008031411423000-01

espacio privilegiado donde confluyen y ejercen su influencia todos los factores que deben transformarse para lograr incidir en el cambio necesario, a fin de mejorar la calidad, y cambiar la intención de la educación.

4) Se considera indispensable realizar la intervención de forma seria, ética, íntegra, integrada y multidimensional, actuando al unísono en los niveles pedagógico, cognitivo y epistemológico, los que necesariamente se interrelacionan de manera profundamente imbricada y que no nos permiten dar una respuesta única al problema educativo, ya que cada mente corresponde a un *individuo*, y por ende, su forma de percibir la realidad, de interpretarla y de apropiarse de ella, es única, es *individual* y responde; en la conformación de los procesos básicos de maduración, exploración y metamorfosis de identidad que constituyen el proceso educativo: primero, al conjunto de elementos de valor universal y de transmisión y apropiación voluntaria por medio de la enseñanza y el aprendizaje, y segundo, a la impregnación del espíritu y tradiciones de un pueblo que *se beben con la leche materna y se respiran con la madre tierra en que se nace* (Reyes-Sánchez, 2006).

5) Se cree de vital importancia el efectuar con y desde el entorno, trabajo de exploración e investigación que incida en el conocimiento de la realidad circundante y resulte significativo para los niños y el docente, de forma tal que ésta influya a la escuela; buscando igualmente que la escuela ejerza su influencia sobre el entorno.

6) Se asume imprescindible el enseñar ciencias para conocer el mundo en su integridad y no en su parcialidad; buscando al enseñar, las relaciones, causas, explicaciones, interconexiones e interdependencias, que nos permitan abordar la complejidad inherente a los sistemas vivos que habitamos el sistema Tierra, inmerso en un sistema planetario.

Sin embargo, y no obstante asumirlo, tampoco se logró en este trabajo el abordar la enseñanza de las ciencias de forma transdisciplinar, pues el hacerlo, implica reconstruir el propio pensamiento a través de un proceso igualmente continuo y a realizarse en etapas de mediano y largo plazo, que mediante el constante ejercicio de búsqueda de ese cambio -en los niveles pedagógico, cognitivo y epistemológico-, nos permita primero, aprender a pensar de forma sistémica y compleja, para así lograr aprender a enseñar ciencia a través del proceso cuya meta debe ser: el ser capaces de tratar cualquier tema, de plantear todo contenido, de construir el currículum todo de forma: compleja, integral, interdependiente y transdisciplinar.

Fueron tanto la dificultad inherente a la construcción de este cambio, como la comprensión de que lograr una enseñanza transdisciplinar es parte de un largo y difícil proceso, las razones por las cuales correspondiendo la transdisciplinariedad a la visión compleja del mundo, lo que en realidad se planteó y trabajó, fue una propuesta de enseñanza interdisciplinar a partir de la cual, como parte del proceso de cambio propio como docente, se intentó el abrirse a la interdisciplina con la mira puesta en lograr transitar en el largo plazo hacia la transdisciplina; ya que formar en sí mismo un pensamiento transdisciplinar, si bien es un camino obligado a recorrer por quienes enseñan ciencias, no es un camino que pueda ser asumido de inmediato.

Intentar enseñar de esta forma a los niños fue uno de los principales obstáculos, pero a la vez un gran reto y un muy satisfactorio ejercicio, a través del cual como parte del proceso, e intentando superar las dificultades, se trabajó organizando las sesiones de forma tal, que a cada etapa le correspondiera una diferente hipótesis o pregunta docente para a partir de ella, imaginar cómo se podría ir progresando en la comprensión de los niños, y cómo se podrían en consecuencia, organizar los contenidos y las estrategias didácticas para avanzar de lo simple a lo complejo sobre el

conocimiento del tema elegido.

La literatura indica que ambos procesos de cambio: el de los alumnos a quienes se quiere enseñar la complejidad del mundo real, y el del docente que intenta abrirse a la interdisciplina y transitar hacia la transdisciplina, se comparten e interrelacionan, se bifurcan y reencuentran en la construcción del conocimiento. En este caso, considero ser quien en el punto en el cual nos separamos, aprendió de ellos más de lo que les pude haber aportado.

Hacia dónde se propone avanzar:

La educación de orden ambiental busca a través de la enseñanza de la ciencia escolar, tanto la adquisición de los conocimientos, como el propiciar la toma de conciencia respecto a las causas, consecuencias y responsabilidades de los problemas existentes, con la finalidad de plantear el cómo resolverlos en el marco del mundo real, y al interior de un Planeta cuyo medio está en crisis; un mundo intersistémico y complejo. Intentar resolverlos, implica educar a los futuros ciudadanos para ello, y en su logro, la enseñanza de la ciencia puede ser la respuesta: impulsando desde el aula el cambio de ideas y percepciones, a través de un tratamiento de los conocimientos que permita a la vez, el cambio en actitudes y valores que hagan posible avanzar hacia el desarrollo sostenible.

Aspirar a construir una educación para el desarrollo, requiere entonces tanto capacitar a los niños para el análisis y la crítica que aporta y propone, como permitir que éstos crean en la posibilidad de que sus aportes son necesarios y que ellos pueden en los hechos, contribuir a hacer realidad los cambios individuales y colectivos necesarios; para lo cual, la ciencia escolar requiere actuar congruentemente con todo lo planteado, en los niveles cognitivo, epistemológico y actitudinal con objeto de construir esos cambios, abarcando por igual el aspecto ambiental y el problema pedagógico o educativo.

Los cambios que en estos órdenes se propone trabajar para hacer realidad la construcción del desarrollo, ejerciendo la interdisciplina y con objeto de avanzar hacia la transdisciplina son los siguientes:

Cambio cognitivo; de la concepción de que la enseñanza y el aprendizaje son problemas de estilo docente ó de uso de recursos didácticos, a la de construcción del conocimiento como meollo del problema pedagógico; de la parcialización de los saberes a su interacción integrativa, del no reconocimiento de los saberes cotidianos y creencias de los alumnos, hacia la búsqueda de sus conocimientos previos; de la unidisciplina a la interdisciplina y transdisciplina. Del dogmatismo cartesiano a una concepción sistémica; de la inflexibilidad hacia el constructivismo; de la memorización al razonamiento; de pensamientos que se corresponden con visiones del mundo basadas en la percepción de lo evidente e inmediato, hacia visiones que buscan lo no evidente, lo que no se percibe directamente pero puede inferirse; de lo posible en el futuro no inmediato; del reconocimiento de perspectivas únicas a la posibilidad de la existencia de perspectivas múltiples; de formas de pensar y actuar implícitas y escasamente organizadas, hacia otras que sean explícitas, coherentes y organizadas; de lo simple a lo complejo; de la concepción sumativa a la emergente; de una organización definida mediante relaciones entre unidades mínimas en construcción a lo sistémico, y por ende; de la separación de los conocimientos a la organización sistémica de los mismos.

Cambio de paradigma epistemológico y ontológico; que oriente la intervención educativa de la

parcialización de los saberes a su integración; de las visiones frontales al reconocimiento de la lateralidad, para poder transitar de concepciones aditivas del mundo a la conformación de un pensamiento sistémico; de la causalidad mecánica y lineal, hacia el reconocimiento de la interacción; de lo simple a lo complejo; de la existencia de las relaciones dicotómicas a las múltiples, de las unilaterales o duales a las de complementariedad, de lo estático al cambio constante que implican el equilibrio dinámico y la evolución. Pasando de la memorización, lo anecdótico y casual, a la organización y ambientalización de los saberes; permeando el currículum todo para construir la educación para el desarrollo

Cambio actitudinal; de la enseñanza autoritaria a la construcción compartida; del “dictar cátedra” a la consideración de una enseñanza procesual; de la omnipotencia magisterial a la consideración de procesos centrados en las capacidades y necesidades del alumno; de los conocimientos acabados y cerrados a su organización procesual y dinámica: siempre en construcción progresiva; del dogmatismo al relativismo, de la intolerancia al respeto por las diferencias; de la inequidad a la justicia; del individualismo a la colaboración; de la imposición al convencimiento razonado; del consumismo al abastecimiento racional; de la explotación irracional y sin límites de los recursos naturales, a la responsabilidad ambiental.

Finalmente, con la intención de aportar ideas sobre nuevos objetos de estudio que pudieran contribuir al logro de una enseñanza de la ciencia para el desarrollo, y a la conformación de un modelo educativo para la sostenibilidad, a continuación se sugiere y justifica brevemente una línea de trabajo sobre la que se podría continuar en el rumbo deseado:

La didáctica como ciencia y herramienta de la enseñanza de la ciencia escolar

Se coincide con Izquierdo (1999), en que siendo la didáctica la ciencia de enseñar ciencias, y dado que la ciencia se enseña en el aula; se puede por tanto afirmar que los aprendizajes en el aula son resultado de una actividad cognitiva, como también lo es la ciencia, lo que significa que los conceptos y métodos de las ciencias cognitivas pueden ser tan útiles para el diseño de la ciencia escolar como lo son para elaborar un modelo de conocimiento científico.

Por ende, la enseñanza de la ciencia del aula, debe realizarse de forma congruente con los conceptos y métodos de las ciencias cognitivas; no puede ser la simple transmisión de conocimientos a memorizar, sino una actividad organizada metodológicamente, para que los alumnos construyan su saber; dando paso a una programación y organización de los contenidos procesual y dinámica, que permita al niño ir poco a poco, en un orden de lo simple a lo complejo, construyendo sus propias representaciones -no importando si éstas son ciertas o si se trata de errores conceptuales-; cometiendo errores sobre los cuales reflexionar, para reformularlos y crear por etapas su aprendizaje; un aprendizaje en constante evolución. Por lo que si en verdad diferimos del modelo mecanicista y sumativo, que pone todo el énfasis en los resultados finales, y si es cierto que nos interesa la enseñanza de la ciencia como un proceso en el que los sujetos de la acción son personas, resulta imposible el no admitir y valorar en su justa dimensión este proceso en sí, pues en él cada acción tiene un valor propio; dado que aprendemos tanto al registrar nuevas experiencias y conocimientos, como al reconstruir constantemente la propia estructura cognitiva con una intención que es definida por la cosmovisión que se adopta.

Abundar sobre el tema como ciencia y como herramienta, trabajando a la par en la construcción de criterios de evaluación del proceso, es una línea a desarrollar mediante una investigación educativa que nos permita avanzar hacia un modelo educativo para el desarrollo.

REFLEXIÓN FINAL

“Lo curioso de los famosos pedagogos del siglo XX es que la mayoría son románticos y no son amigos de la escuela, de la lectura o de los profesores. Tampoco tienen mucho que decir sobre por qué se debe aprender algo. En lugar de esto, hablan de qué método se debe usar para aprender”. Inger Enkvist

Algunas de las críticas de mayor importancia que hoy se hacen, al modelo de construcción del conocimiento en que se fundamenta la metodología propuesta para ambientalizar los saberes y avanzar hacia el desarrollo, son a juicio de Enkvist (2001): que éste presupone que el alumno quiere aprender, y minimiza el papel del esfuerzo y las funciones cognoscitivas de la memoria en el aprendizaje; así como la falta de método y sentido de la enseñanza de algunos docentes que practican una enseñanza constructivista.

En relación al método y al sentido de la enseñanza, a lo largo de este trabajo, se abundó en argumentos sobre la necesidad de adoptar como visión del mundo el pensamiento complejo, y asumir desde él la enseñanza de las ciencias para construir conocimiento de lo simple a lo complejo, partiendo de los conocimientos previos e intereses de los alumnos; se hizo también una propuesta metodológica para mediante una organización procesual y dinámica de los contenidos, construir conocimiento en el aula y se abordó la importancia de dar un sentido a la enseñanza.

De los resultados obtenidos se desprenden indicios de que la propuesta metodológica que se hizo, contribuyó al logro de los objetivos planteados y coadyuva desde ésta perspectiva, a la búsqueda de un camino posible hacia la construcción de una enseñanza para el desarrollo. Ahora, como reflexión final, siendo una docente que practica la construcción del conocimiento, comparto lo que tengo que decir sobre el por qué se debe *aprender algo*:

Nos **es imperioso aprender** en la escuela, a través de la lectura, mediante la enseñanza del docente, y a través del ejemplo cotidiano de profesores y sociedad toda, porque.....

Necesitamos encontrar nuevas formas de convivencia y respeto por las diferencias para no regresar a la época de las cavernas, y si no hacemos nuestro mejor esfuerzo para ello, quizá nosotros ó aquellos a quienes amamos, seamos de los caídos.

Porque como una más de las especies que habitan La Tierra, para sobrevivir **requerimos entender**, que el Planeta ofrece todos sus recursos naturales para potenciar la vida en él, pero que la cantidad de los mismos, y su capacidad para regenerarse, tienen límite en el tiempo y el espacio; por lo que si no hacemos nada para estudiar, comprender y recuperar el ambiente, quizá seamos de aquellos que sucumbirán al hambre o a los desastres naturales.

Porque para reconstruir la capacidad del ambiente para sustentar la vida, necesitamos de la inteligencia, conocimientos, capacidad innovativa y creatividad de todos; por lo que **es primordial comprender** que *aprender*, debe ser una posibilidad de elección, y no una expresión de desigualdad e injusticia.

Porque **es esencial asimilar** a cabalidad, que el límite de recursos naturales existente y de capacidad de absorción de desechos, imponen también un límite material y ético, a nuestra capacidad reproductiva y productiva.

Porque para sobrevivir, *aprender es una prioridad indeclinable* en el momento histórico que nos corresponde vivir hoy.

Porque replicando a Comenius, (1657) en Comenio: 2000, 20-21; El hombre nace como ser natural, pero no nace Hombre, se tiene que hacer Hombre; es decir, se tiene que formar como Hombre, y sólo será un verdadero Hombre hasta que haya aprendido a formarse como Hombre, pero *¿cómo formarse como Hombre?*, el hombre se forma Hombre a través del *conocimiento* de las cosas que le provienen de la experiencia, si se quiere conocer *algo*, entonces *eso* se tiene que *aprender*.

Para Comenius, los primeros años de vida se comparan a la cera blanda, fácil de modelarse; o a arbolitos que pueden ser trasplantados, es decir, llevados a un nuevo ambiente para que se desarrollen plenamente.

Partir de la energía e interés de los niños resulta esencial a la tarea educativa que se realiza de forma procesual, continua y sistémica para construir conocimiento; sin embargo, hoy a los niños no se les provee de esa riqueza de ambientes de enseñanza para que se desarrollen plenamente y adquieran las capacidades necesarias para responder a los retos inherentes a un ambiente en crisis. *¿Cómo entonces construir el camino hacia la sostenibilidad?* Por el contrario, hoy a los niños se les pide que no sean niños: que no sean traviosos sino juiciosos; que no hablen y cuestionen continuamente, sino que guarden silencio; que no se muevan desplegando toda la energía que tienen, sino que se queden quietecitos; que no pregunten sino escuchen; que no analicen a través de sus cuestionamientos, sino memoricen y repitan como buenos periquitos bien amaestrados....; se les pide en suma, que no sean lo que sí son,....niños, y eso....., es tarea contranatura, y no puede por tanto ser una solución.

Sin embargo, en la construcción de ese camino hacia la sostenibilidad, parte de la solución puede provenir del reconocimiento de que al igual que la enseñanza, el aprendizaje no es la acumulación de conocimientos, y para aprender a ser Hombre, el docente igual que el alumno, sólo logrará ser un verdadero Hombre hasta que haya aprendido a formarse como Hombre a través del *conocimiento* de las cosas que le provienen de la experiencia.

Por ello, reflexionar *sobre el por qué se debe aprender algo* es un asunto medular sobre del cual deliberar. No para responder a las críticas, sino porque es indispensable que el docente defina cuál es su posición metadisciplinar, para sobre desde la visión del mundo adoptada, meditar el porqué es importante la enseñanza y cuál es la mejor forma para enseñar a los niños cómo es el mundo real....., para así estar en posibilidad de responder a los retos que el mismo nos plantea. Pero también para actuar en congruencia, y realizar una práctica educativa que permita a los niños aprender a ser Hombres a través del conocimiento de las cosas que les provienen de la experiencia y no de la memorización.

No se trata pues de un problema de perspectiva, sino de conceptualización: referente a si requerimos formar individuos que ejecuten determinadas órdenes e implementen técnicas y tecnologías que posiblemente no sean, ni las adecuadas a nuestras condiciones, ni las que ambientalmente requerimos para construir nuestro desarrollo; o si lo que requerimos son Hombres pensantes, capaces tanto de reproducir, como de adaptar o innovar para generar su propias alternativas, y trabajar para el bien común. Es hoy y es a nosotros, a quienes corresponde decidir si asumimos el reto de intentar construir *ese* nuevo paradigma en la enseñanza de la ciencia que haga de cada niño un Hombre.

REFERENCIAS

- * Abbagnano, N. y A. Visalberghi. 1999. Historia de la Pedagogía. Fondo de Cultura económica. México.
- * Alba, A. y González G. E. 1997. Evaluación de Programas de Educación Ambiental. Experiencias en América Latina y el Caribe. CESU-UNAM- CECADESU-SEMARNAO-UNESCO. México.
- * Arca, M.; Guidoni, P.; Masón, P. 1990. *Enseñar ciencia*. Paidós/Rosa Sensat. Barcelona.
- * Ausubel, 1973. "Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo". Trillas. México.
- * Barrow. 1972. Química Física. Ed. Reverté. Barcelona, España.
- * Bernal, J. D. 1979. La ciencia en la historia. UNAM. Ed. Nueva Imagen. México p. 55.
- * Bruce, H. Mahan. 1968. Química. Curso Universitario. Fondo Educativo Interamericano, S. A., E. U. A.
- * Centro Mexicano de Derecho Ambiental, Grupo de los Cien. 2005. Conservación de Mamíferos Marinos, IFAW Defenders of Wildlife, Teyeliz, Greenpeace. Boletín 0550 del 26 de abril de 2005. Consultado el 4 de noviembre de 2005 en <http://www.laneta.apc.org/pipermail/noalca-l/2005-April/000579.html>
- * Chalmers, A. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. Siglo XXI. Madrid, España.
- * Comenio, J. A. 2000. Didáctica Magna. Porrúa. México.
- * Comisión de La Carta de la Tierra. 2000. La Haya, Holanda. (Consultado en mayo de 2001) Disponible en línea en: www.cartadelatierra.org
- * Constitución Política de México. 2000. Editorial PORRUA, S. A. México.
- * Correa, N.; Cubero, R. y García, J. 1994. Construcción y desarrollo de nociones sobre el medio ambiente. En RODRIGO, M^a J. (Ed.), *Contexto y desarrollo social*. Síntesis. Madrid, España.
- * Durkheim, E. 1992. Historia de la educación y de las doctrinas pedagógicas. La evolución pedagógica en Francia. Ed. La piqueta. Madrid, España.
- * Durkheim, E. Educación y Sociología. 2003. Educación y Sociología. Editorial Coyoacán. México.
- * Echeverría, J. 1995. "El pluralismo axiológico de la ciencia", en: Isegoría 12
- * Elliot, J. 1993. El cambio educativo desde la investigación-acción. Morata. Madrid, España.
- * Enkvist Inger. 2001. La educación en peligro. Unisón, Madrid, España.
- * Feyerabend, P. 1993. "¿Por qué no Platón? Tecnos. Madrid. pp. 116, 119
- * Freinet, C. 1949. L'éducation du travail, Editions Ophrys. París, France.
- * Freinet, E. 1979. Nacimiento de una pedagogía popular. LAIA. Barcelona, España.
- * Freinet, C. 1984. La enseñanza de las Ciencias. LAIA. Barcelona, España.
- * Galtung, J. 1979. El desarrollo, el medio ambiente y la tecnología. N. Y. Naciones Unidas.
- * García, J. E. 2000. Educación ambiental y ambientalización del currículum. En Perales, P. F. *et al.* Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Alcoy: Marfil. España.
- * García R. 1994. Interdisciplinariedad y sistemas complejos en Leff E. Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Gedisa y CIIH-UNAM, Barcelona, España.
- * Gell-Mann, M. 1995. El Quark y el jaguar. (Aventuras en lo simple y lo complejo). Tusquets. Barcelona, España.
- * Giere, R. N. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, 63-70.
- * Gómez, M. M. 2003. Algunos factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- * Gómez, M. M. *et al.* 2004. La educación ambiental, imprescindible en la formación de las nuevas generaciones. *TERRA Latinoamericana* 22, 4, 515-122.

- * González G. E. 1997. Educación Ambiental. Historia y conceptos a veinte años de Tbilisi. SITESA. México.
- * Gutiérrez, J. 1995. La educación ambiental: Fundamentos teóricos, propuesta de transversalidad y orientaciones extracurriculares. La Muralla. Madrid.
- * Frankl, V. E. 1983. La Voluntad de Sentido. 67-79. Herder, Barcelona.
- * Huffman, D. 2005. Material Didáctico. DOCINADE
- * Informe Brundtland. 1987. Informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente. Nuestro futuro común. (Consultado en julio de 2002) Disponible en línea en: www.lainsignia.org/2002/julio/ecol_012.htm
- * Izquierdo, M.; Sanmartí, N.; Espinet, M. (1999). Fundamentos y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias. **16**, (1), 46-61.
- * Kuhn, 1973. Conferencia dictada en la Furmant University el 30 de noviembre de 1973. Ver *La tensión esencial*, F. C. E., México, 1987, pp. 344- 364.
- * Laudan, L. 1984. *Sciences and Values*. California's University. Berkeley, E. U. A.
- * Lebreť, L. J. 1959. Manifeste pour une civilisation solidaire. Éditions Économie et Humanisme. Caluire, France.
- * Legrand, L. 1993. Perspectivas. XXIII, 1-2, 1993, págs. 425-441. UNESCO Oficina Internacional de Educación. Paris, Francia
- * Makarenko, A. 1959. Poema pedagógico. 6ª edición, Ed. Progreso. México.
- * Maslow, A. 1970. Motivación y Personalidad. Díaz De Santos, Madrid. * Margalef, R. 1977. Ecología. Ed. Omega. Barcelona, España.
- * Morales, P. 21 principios para el siglo 21: Las constituciones de América Latina y La Carta de la Tierra. Instituto Globos, Universidad de Tilburgo y Terra Curanda.
- * Morín, E. 1981. El método: la naturaleza de la Naturaleza. Cátedra. Madrid, España.
- * Morín, E. 1990. Science Avec Consciense. Editorial Fayard, Col Points, Nouvelle edition. París, Francia.
- * Morín, E. 1993. Tierra Patria. Editorial Kairós. Barcelona, España.
- * Morín, E. 1994. Carta de la transdisciplinariedad. Convento de Arrábida, noviembre de 1994. Consultada el 12 de noviembre de 2005 en <http://otrademocraciaesposible.net/foros/viewtopic.php?t=2570>
- * Movimiento Mexicano de Afectados por la Presas y en Defensa de los Ríos (MAPDER). 2004. Primer encuentro nacional de afectados por las presas y en defensa de los ríos. Aguas calientes, Acapulco Guerrero, 3 de octubre de 2004. Consultado en línea el 4 de noviembre de 2005 en www.mapder.org/declaraciones.htm
- * Mrazek, R. 1996. Paradigmas alternativos de investigación en educación ambiental. Universidad de Guadalajara-SEMARNAT. México.
- * Newton-Smith W.H. 1987. La racionalidad de la ciencia. Paidós. Barcelona, España.
- * Núñez, J. 1989. Interpretación teórica de la ciencia. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba.
- * Novo, M. 1995a. La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas. Universitat, S.A. España.
- * Novo, M. 2005b. Educación ambiental y educación no formal: dos realidades que se realimentan. *Revista de Educación*, núm. 338, pp. 145-165
- * Novo, M. 2006. El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa. Pearson Prentice Hall. UNESCO.
- * OCDE, Evaluación internacional de alumnos. 2004. (Consultado en agosto de 2005) Disponible en línea en: <http://capacitacion.ilce.edu.mx/inee/pdf/PISAplus.pdf>
- * OCDE, Evaluación internacional de alumnos. 2007. (Consultado en enero de 2008) Disponible en línea en: <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/683581.html>

- * ONU. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.
- * ONU. 2002 Resolución 57/254. Johannesburgo, África. (Consultado en marzo de 2004) Disponible en línea en: <http://www.un.org>
- * Pardo, Alberto (1995). La educación ambiental como proyecto. Cuadernos de Educación, núm. 18. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Barcelona. Horsori. España.
- * Perales, P. F. *et al.* 2000. Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Marfil. Alcoy, España.
- * Perroux, F. 1963. *Économie et société*. Presses Universitaires de France. Paris, Francia.
- * Perroux, F. 1984. El desarrollo y la nueva concepción de la dinámica económica. Serbal-UNESCO. Barcelona, España.
- * Planes y Programas de la SEP para la educación Básica, 2005 y 2006. SEP, México.
- * Reyes-Sánchez L. B. 2006. Canicas, lombrices, arcillas y cuentos en la construcción de un nuevo paradigma en la enseñanza de la Ciencia del Suelo. *TERRA Latinoamericana*. 24, 4, 565-574.
- * Robert, M. 1985. Unamuno y la educación. Pag. 13. SEP Cultura Ed. El Caballito.
- * Sanmartí, N. 1998. De que parlem, quan parlem d'educar i d'educar ambientalment? Publicado en las memorias del Seminario sobre educación ambiental. 1-8, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Barcelona.
- * SEMARNAT, 2003. Unen esfuerzos la SEMARNAT y el PVEM para fortalecer la política ambiental del país. Boletín 041/03 de 14 de agosto de 2003. Consultado en línea el 4 de noviembre de 2005 en <http://www.pvem.org.mx/2003/agosto03/cen.htm>
- * UNESCO. 1987. International Congress on Environmental Education and Training. Moscú/París.
- * UNESCO. 2000. La Carta de la Tierra. (Consultado en febrero de 2005) Disponible en línea en: www.cartadelatierra.org
- * UNESCO Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. 2006. MODELOS INNOVADORES EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE. OREALC / UNESCO. Santiago de Chile, Chile, Junio 2006.
- * Ureta, B. E. 1974. El equilibrio químico. Ed. Limusa Wiley. México.
- * Vega, L. E. 1997. La Evaluación económica de la biodiversidad. Gaceta Ecológica. INE-SEMARNAP. 43 p. 45 México.