

ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DEL SUELO EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

Teaching Soil Science in the Context of Sustainable Development

Laura Bertha Reyes-Sánchez¹

RESUMEN

En el presente documento se argumenta y profundiza sobre la necesidad e importancia de desarrollar una conciencia colectiva para proteger y preservar el suelo. Se abordan las razones del porqué esta tarea de educación y enseñanza de la ciencia del suelo debe iniciarse en el preescolar y sostenerse a lo largo de todos los niveles preuniversitarios, a efecto de garantizar la sustentabilidad y la sostenibilidad en el tiempo de este recurso natural. Se presenta una propuesta para hacerlo y se proporcionan ejemplos sobre acciones prácticas que se han llevado a cabo para intentarlo. Se insiste en que esta tarea educativa corresponde a los científicos de Edafología, así como a educadores y pedagogos, y requiere de todo su compromiso. La preservación del suelo, como un recurso no renovable en términos del tiempo de vida de los humanos, depende del conocimiento, la conciencia y el cuidado que todos los niños de hoy, ciudadanos del mañana, puedan tener al respecto. Ésta es la única posibilidad de lograr la sostenibilidad planetaria y no sólo corresponde a los estudiosos de la ciencia del suelo, sino a toda la población el llevarla a cabo.

Palabras clave: suelo, educación ambiental, sustentabilidad.

SUMMARY

This paper presents an in-depth discussion of the importance and need of developing collective awareness in order to protect and defend the soil. We approach the reasons soil science teaching and learning must begin in the kindergarten, and continue through the pre-university

¹ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamentos de Química e Ingeniería Agrícola. Apdo. Postal 379, 54740 Cuautitlán Izcalli, estado de México (lbrs@servidor.unam.mx)

Recibido: mayo de 2003. Aceptado: marzo de 2006.
Publicado como ensayo en *Terra Latinoamericana* 24: 431-439.

levels to guarantee sustainability in time for this natural resource. We introduce a proposal to do so by giving examples of practical actions which have been carried out. We insist that this educational task is the responsibility of edaphologists as well as of teachers and pedagogues and requires all of their commitment. Since soil is a non-renewable resource, its preservation depends on knowledge, awareness and concern of the children of today, citizens of tomorrow. They have to be involved in this concern as the sole possibility of achieving planetary sustainability. This task does not correspond only to soil science scholars, but to the population as a whole.

Index words: soil, environmental education, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Si bien el conservar los recursos no renovables, indispensables para producir alimentos que garanticen el abasto de la población, es una preocupación mundial, para los países latinoamericanos es, además, un problema de soberanía nacional. Frente a un esquema de dominación de las naciones que, bajo el nombre de "globalización", pretende dismantelar toda infraestructura de producción agropecuaria como un arma de control hegemónico, *la defensa de la tierra, como medio de producción, a través de la conformación de proyectos educativos que nos permitan conocer el suelo como medio para obtener nuestros propios alimentos, es decididamente una prioridad.*

También es una forma, al alcance de todos, de perseverar en la defensa de nuestras riquezas naturales, con objeto de estudiarlas para lograr, tanto un mayor conocimiento científico de las mismas, como oportunidades presentes y futuras para promover procesos de desarrollo económico y social, nacionales y latinoamericanos, basados en su conservación y utilización sustentable.

Sin embargo, en franco contraste con este planteamiento e inmerso en el nuevo milenio, en la actualidad en México no se producen alimentos básicos para la dieta nacional, en cantidad suficiente para su población, menos aún para exportar e inclinar la balanza económica a su favor. Por el contrario, se enfrenta una gran diversidad de graves problemas, de los que destacan dos, íntimamente relacionados e igualmente fundamentales para su desarrollo:

1) la contaminación y degradación del medio ambiente y 2) la consecuente disminución de la producción de alimentos, en cantidad y calidad.

Además, no se imparte una educación básica y media de calidad, y la temática ambiental, en general, y la edafológica, en particular, apenas se abordan en el currículum oficial educativo.

Resulta indispensable conformar un proyecto educativo nacional que responda a la necesidad de formar ciudadanos con una cultura cívica y científica de protección y aprovechamiento racional del medio ambiente. De manera que éstos exijan e impulsen el desarrollo de una ciencia que garantice la preservación de los recursos naturales y la producción y conservación de alimentos.

Este documento tiene por objetivo discutir la necesidad de desarrollar una cultura y conciencia colectivas de conservación de los recursos. Cultura que permita garantizar un desarrollo sostenible, sustentar la importancia y la necesidad de impartir y recibir una educación para la protección del suelo, a lo largo de todos los niveles educativos, y aportar ejemplos de cómo se ha intentado iniciar y motivar, en niños y jóvenes, el estudio de esta área de la ciencia.

¿Qué es Desarrollo Sustentable?

Hoy en día, términos como sustentable, sustentabilidad, desarrollo y sostenible forman parte del lenguaje presente en todo tipo de discurso, desde el político hasta el académico, como formas de referirse, a veces indistintamente, al crecimiento económico y una concepción de desarrollo ligada al equilibrio del ecosistema. Así, resulta indispensable el definirlos con objeto de abordar esta discusión.

- Hace más de tres décadas, los académicos franceses Lebrun (1959) y Perroux (1963) plantearon que *"sólo se puede hablar de desarrollo si se satisfacen las necesidades fundamentales de la sociedad, incluyendo la educación, necesidades culturales, espirituales, etc."*

Es decir, un desarrollo que comprenda al hombre en todas sus dimensiones.

- "Desarrollo sostenible" se definió en el Informe Brundtland (Comisión Mundial para el Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, 1987) como *"el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades"*.

Esta definición de desarrollo sustentable deja claro que *el crecimiento económico, el uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente están íntimamente vinculados*.

- La UNESCO (1987), con objeto de alcanzar ese desarrollo sostenible, planteó, en consecuencia con lo anterior, tres objetivos principales para la educación ambiental:

1) fomentar el conocimiento de la interdependencia entre los elementos económicos, sociales, políticos y ecológicos para estimular una actitud de compromiso;

2) 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 natural;

3) crear nuevos modelos de comportamiento de los individuos, los grupos y la sociedad en su conjunto, hacia el medio ambiente.

- En 1992, en Río de Janeiro, Brasil, durante la Conferencia de la ONU sobre desarrollo sostenible y medio ambiente, se reafirmó la Declaración de 1987 y se logró establecer la Agenda 21: una declaración de ética global para fundamentar este proyecto de sostenibilidad, con objeto de que se proteja, la integridad humana y la del sistema ambiental; *reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra*.

En la "Estrategia por el futuro de la vida", se habló de sustentabilidad como: *"mejorar la calidad de la vida humana, sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que lo sustentan"* (ONU, 1992).

- 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, planteó 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**; también definió las siguientes acciones,

como fundamentales para el logro de los objetivos planteados:

- a) difundir 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 otros campos, así como desarrollar y distribuir los materiales de apoyo necesarios;
- c) instar y promover el uso, la implementación y la adhesión de la Carta de la Tierra, por parte de la sociedad civil 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 las libertades fundamentales, para las generaciones presentes y futuras, con respeto a la tierra.

Es necesario 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 las riquezas de las naciones, con objeto de hacer realidad la igualdad, la justicia, el entendimiento cultural y, por lo tanto, la paz, *como condiciones indispensables para el logro de un desarrollo sustentable, de forma sostenida en el tiempo y en el planeta.*

- La ONU ha declarado 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.

¿Qué Significa un Cambio de Valores?

“*La Carta de la Tierra* se ocupa de consolidar una ética de valores compartidos para una sociedad global”, pero consolidar una ética de valores no es asunto que se logre haciendo declaraciones, ni aun cuando éstas procedan de notables con toda autoridad moral al respecto. Tampoco ofrece, por sí misma, una solución al problema real de las diferencias crecientes entre los países desarrollados y subdesarrollados, ni a la sobreexplotación de los recursos naturales y las riquezas de las naciones.

Se requiere de instrumentos ciudadanos que generen dicho cambio y construyan una plena conciencia

ambiental, como una de las vías que deben seguirse, con el objetivo de hacer realidad, en el tiempo, los principios enunciados en *La Carta de la Tierra*.

Uno de ellos –el más importante quizá– deberá ser de orden educativo y tener por objetivo el establecer formas de vida diferentes: *respetuosas de la naturaleza y cuidadosas del equilibrio planetario.*

Lo anterior, supone educar para un cambio profundo en los comportamientos individuales e implica 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. Esto también *implica un cambio cualitativo y profundo en la enseñanza de las ciencias* (Gil et al., 1991; Giordano, 1991).

Se requiere formar un ciudadano con una cultura general amplia y profunda en el área científica, sabedor de su historia y de la problemática actual de su país; además, poseedor de conocimientos de español, geografía y matemáticas, y consciente de la necesidad de preservar los recursos naturales, para generar alimentos, construir riqueza y sustentar el desarrollo.

Esa educación para la sustentabilidad sostenida en el tiempo no es una competencia disciplinaria, sino una responsabilidad colectiva: una tarea que corresponde a toda la sociedad y, como parte de ella, a los especialistas en la ciencia del suelo.

La comunidad edafológica debe asumir dos grandes retos: el de la educación ambiental, en general, y el de la educación para la conservación del suelo, en particular, a efecto de mantener una producción sustentable (Gómez-Moliné y Reyes-Sánchez, 2004).

¿Cómo Llevar a Cabo los Cambios Requeridos?

¿Cómo se plantea la construcción de un nuevo orden de valores que permita hacer realidad la igualdad, la justicia, el entendimiento cultural y, por lo tanto, la paz, como condiciones *indispensables para alcanzar un desarrollo sustentable, de forma sostenida en el tiempo?*

El lograrlo implica ser capaces de generar, en los futuros ciudadanos y a través de proyectos educativos *ad hoc*, conocimientos, disciplina, creatividad y capacidad de análisis, confrontación y propuesta. Esto implica impartir y recibir una formación educativa de calidad, plena de valores y *sustentada en el análisis*

cotidiano de la necesidad de hacer realidad esa nueva y solidaria conciencia colectiva. La única forma viable de generar los cambios requeridos, para hacer realidad el desarrollo sustentable y sostenible en el tiempo, es siendo capaces de conformar proyectos educativos que, junto con los conocimientos, desarrollen en los niños 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.

Pero esto sólo podrá ser realidad en la medida en que seamos capaces de generar, exigir e impulsar, en los hechos, esa educación diferente: *una* que no sólo consista en dar y recibir mucha información y conocimientos nuevos, ni plantee la capacidad de acumulación memorística como demostración de la posesión de supuestas capacidades y conocimientos, sino “el cambio de las ideas sobre lo que acontece a nuestro alrededor, pero, sobre todo, de nuestras maneras de actuar” (Gómez-Moliné y Reyes-Sánchez, 2004).

Esa educación también deberá formar científicos capaces de integrar los equipos interdisciplinarios que afronten el reto que significará, para los niños de hoy, resolver mañana los problemas que les habremos heredado y, el estar preparados para asumir la responsabilidad de encontrarles solución, a efecto de garantizar la supervivencia de las especies en el planeta.

Esos equipos de científicos deben empezar a formarse hoy, en el jardín de niños y en la escuela primaria, a través de la vinculación e integración de las diversas áreas del conocimiento, para conformar ese ciudadano que analiza, cuestiona, propone, vive y ejerce la construcción de su conocimiento, para el bienestar individual y social (Reyes-Sánchez, 1999; 2005).

Es un hecho ineludible que se necesita una nueva educación; una *educación ciudadana para la sustentabilidad sostenida en el tiempo*, con objeto de que las nuevas generaciones puedan sustituir las ideas individualistas, por valores colectivos, como una prioridad.

¿Qué Podemos y qué Proponemos Hacer?

¿Cómo aterrizar La Carta de la Tierra en cambios reales en nuestro entorno inmediato?, aportando cada quien un granito de arena, con objeto de sumar aportes e iniciar un cambio real.

La Carta de la Tierra es un obvio llamado a todos los protagonistas del proceso educativo, en especial a

los docentes, quienes deberán 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. Así, ésta no sólo se abrirá a toda posibilidad de conocimiento *sino, a la par, al abanico de valores que requiere tener como eje la educación para la sustentabilidad de forma sostenida en el tiempo.*

Como un intento de hacer nuestro aporte, se implementó, para la educación básica, un programa de enseñanza de las ciencias que incluye, integra y conjuga conocimientos sobre los fenómenos físicos y fisicoquímicos que involucran al suelo como medio de producción de las plantas. Se trata de abordarlos en forma analítica, sistemática, clara, precisa y accesible a la edad de los niños y generar en éstos conocimientos no acabados, aún en proceso de construcción (Driver *et al.*, 1989), más no por ello incorrectos o sin carácter científico; se pretende incentivar al niño al estudio del suelo y propiciar que adquiera el gusto por descubrir, adquirir y vincular nuevos conocimientos de forma crítica y propositiva, a la vez que descubren tempranamente sus gustos e inclinaciones frente a áreas del conocimiento y perspectivas de la ciencia no exploradas en este nivel educativo (Bacas y Martín, 1992).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo educativo es conformar un proyecto de enseñanza de las ciencias del suelo para la educación preuniversitaria que contemple a éste como un medio fisicoquímico de desarrollo para las plantas, en su interrelación con la agricultura y en equilibrio con la naturaleza. Mediante su aplicación, se busca iniciar a los niños y jóvenes en el conocimiento de las ciencias del suelo, en el manejo sustentable de este recurso natural y, por lo tanto, de los valores colectivos inherentes a este concepto. Se intenta generar, en una edad temprana, un aprendizaje significativo y un interés trascendente por áreas del conocimiento y principios colectivos prioritarios para todas las naciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta propuesta educativa se construyó bajo la perspectiva de diversos métodos. En una primera parte, para la conformación del proyecto e iniciar el trabajo con los niños, se definen las áreas prioritarias del conocimiento en ciencias a abordar, a través del análisis histórico del desarrollo social, económico y político

de México, así como de las carencias y necesidades actuales de su población. Esto nos permite concluir que el problema de la contaminación y 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*.

Una vez definidas las áreas del conocimiento que abarcaría el proyecto, se conformó el programa general que se trabaja, organiza e integra, con la metodología científica, en torno al trabajo de la parcela. A través del mismo, se pretende conducir al niño a que se familiarice con la ciencia del suelo, 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 (Aliberas, 1989).

A través del esfuerzo cotidiano en la parcela agrícola (Carbonell, 1980a,b; Caivano, 1994) se imprime a esta actividad un gran valor agregado, mediante la realización del mismo. Se incentiva, 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 experimentos que, para tal efecto, se han ido diseñando.

La propuesta se elaboró para trabajar con niños desde preescolar hasta la secundaria; se 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 lograrlo, se diseñan, planifican y llevan a cabo diversas actividades experimentales, a la par que se trabaja con ellos, se *evalúa, organiza, observa, registra, cuantifica, discute, analiza, ... etc., no hay frontera definida, el límite es el interés de los niños y la capacidad del profesor*, quien obviamente deberá adecuarse a la edad y nivel escolar que ellos tengan.

El programa se desarrolla en torno a dos temas centrales, de los cuales se derivan las fases experimentales que el alumno realiza a lo largo del año escolar en su salón de clases y en la parcela. Se apoya 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, crítico 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, es guiado e impulsado por el asesor, pero después sólo se les vigila y auxilia, mientras se aprende de ellos y se acopian sus múltiples ideas.

Los temas propuestos son:

1. El suelo: partículas principales que lo forman y sus propiedades

- a) Disoluciones y sales
- b) Solubilidad
- c) Textura
- d) Estructura
- e) Capacidad de campo

2. Los coloides del suelo: erosión y contaminación

- 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 contaminación del suelo.

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, 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:

- Erosión: las terrazas prehispánicas de Nochistlán, 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 adecuadamente los temas sobre los que el niño investigue, pregunte, documente y 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 tenían?, ¿cómo los clasificaron?, ¿qué otras prácticas culturales y de conservación establecieron?, etc. Finalmente, se busca que el niño exponga su trabajo, redacte su informe, elabore periódicos murales, realice investigación de campo, etc. y *que se sienta orgulloso de sus orígenes, entendiendo que están presentes en el hoy de sus conocimientos y raíces.*

Actividades Experimentales

Se dan ejemplos de la forma en que se lleva a cabo la parte del programa correspondiente a las actividades experimentales desarrolladas para lograr nuestro objetivo. A continuación, se **presenta el primer documento, de una serie de tres, en el cual se pretende detallar** la propuesta educativa que se hace, el trabajo que se realiza, la forma de llevarlo a cabo y los resultados obtenidos.

En este primer artículo abordamos, como ejemplo, una secuencia de las actividades experimentales elaboradas como parte de este proyecto, cuyos objetivos corresponden al desarrollo del primer tema del programa. Éstos 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 niños. De igual forma, responden a disímiles cualidades docentes para incentivar, desarrollar estrategias didácticas, lograr presentarlas y potenciarlas: capturar el interés de los niños y desarrollar su capacidad de análisis, percepción y poder de razonamiento, a la vez que se dirige la construcción de su conocimiento.

Al respecto, es necesario resaltar que, como ya se mencionó, todas estas actividades experimentales tienen como objetivo fundamental guiar, poco a poco, a los niños 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 un 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, le den acceso a un conjunto de ideas con las que, paso a paso, construyan en el tiempo los conceptos necesarios para ello (Aliberas, 1989).

1) Experiencia cualitativa: que el niño observe el suelo y distinga las diferentes partículas presentes, 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 de las manos.

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 su huella digital.

2) Experiencia cuantitativa: 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 medidas de agua y se deja que ésta escurra. El agua que dreña se recibe en una taza de cocina para medir volúmenes y se registra el tiempo que dura el goteo; por último, se miden y comparan los volúmenes obtenidos en ambos casos, así como el tiempo de escurrimiento.

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.

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

Objetivo: introducir a los niños 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 muestra a los niños cómo, por más que 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 cuantitativa: comparar la mezcla anterior con otra hecha con sal común en iguales proporciones, insistiendo en mostrar a los niños 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 a observarlas a contraluz. Objetivo: observar cómo las partículas coloidales pueden verse a contraluz y las iónicas no.

6) Experiencia cuantitativa: 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 a observar, dibujar, cuantificar, discutir, describir, analizar y concluir acerca de lo observado.

Objetivo: introducir a los niños a los fenómenos de dispersión, absorción y transmisión de la luz por distintos tipos de materiales (efecto Tyndall).

¿En qué consiste el trabajo en la parcela agrícola?

Por su importancia y envergadura, éste deberá ser tema de otro documento, en el cual se desarrolle, científica, técnica, filosófica y pedagógicamente, esta parte del proyecto. A continuación, se describe en qué consiste esta parte de la propuesta.

El trabajo en la parcela se inicia con los niños de toda la escuela, tomando la decisión de cómo repartir el terreno de la parcela entre los diferentes grados escolares, cómo señalarla, quiénes hacen el letrero, de qué color, etc. Se *evalúa* la superficie disponible y se define qué, cuándo y cómo sembrar. Se *planifican* las dimensiones, el trazo, la orientación del lote y si se hará o no rotación de cultivos. Se *organiza* el calendario de

labores y los responsables de actividades. Se *observa y registra*: ¿qué organismos se encontraron en el suelo?, ¿todas las especies sembradas crecen igual?, ¿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 compost o fertilizamos? Se *analiza*, por ejemplo, cómo están interactuando en el suelo y con la planta, los ciclos que, gráfica y descriptivamente, todos los niños aprenden en los cursos teóricos (ciclo del C, N, O y agua), ¿por qué no todos los suelos son productivos? Como antes se señaló, *el límite es el interés de los niños 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.

Prioridades, posibilidades, apoyos y perspectivas del proyecto

Se prioriza trabajar en equipo, discutir e integrar observaciones para construir conocimiento, sin descuidar capacidades individuales y siempre sumándolas al trabajo colectivo, pues se reconoce 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* (Pérez, 1995).

Por lo señalado anteriormente, se trata de impactar en todos los niveles educativos preuniversitarios, sin que los materiales y reactivos sean 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 del medio rural mexicano y a los niños de la ciudad, se utilizan 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. Se pretende que éstos sean inocuos para los niños, lo que les permite

no sólo repetir en casa las experiencias cuantas veces quieran, sino también generar ideas propias al respecto (Driver *et al.*, 1989).

Se insiste en que el límite y la diferencia son los docentes: su capacidad para incentivarlos al estudio y propiciar que adquieran el gusto por descubrir y vincular nuevos conocimientos, de forma crítica y propositiva. A la vez que descubran sus gustos e inclinaciones frente a áreas del conocimiento y perspectivas de la ciencia no exploradas en este nivel educativo, lo que constituye, a la vez, la perspectiva y proyección de este trabajo.

Este proyecto, titulado originalmente "Agroquímica para la Educación Básica, Media y Media Superior", forma parte de la Cátedra Institucional "Ecología, Contaminación y Salud Pública", cuenta con becas Fundación UNAM para quienes desean realizar su servicio social o tesis, y está registrado en el "Proyecto de Iniciación Temprana a la Investigación y a la Docencia" de Fundación UNAM, como un Proyecto Educativo Institucional de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. En la actualidad, se desarrolla como proyecto de investigación en ciencias naturales para el desarrollo.

Sobre la evaluación de este trabajo

Como cualquier propuesta, ésta puede evaluarse a través de su impacto entre aquéllos a quienes va dirigida, por su aceptación entre pares y por su trascendencia hacia la conformación de nuevos proyectos. Igualmente, esto puede analizarse en los ámbitos nacional e internacional.

En ese sentido, la evaluación explícita a este trabajo, cuyo objetivo principal son los niños y jóvenes, se expresa en el hecho mismo de su existencia en las escuelas en que nos han abierto sus puertas, y han compartido su espacio pedagógico, por más de diez años, y en el interés manifiesto de los niños y jóvenes, quienes han expuesto sus trabajos en los congresos nacionales de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS) de 2000, 2002, 2004 y en el XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, en 2001.

Además, la evaluación de pares realizada a los trabajos al respecto, mismos que se han presentado en los congresos mexicanos, latinoamericanos y mundiales de la Ciencia del Suelo, le abrió las puertas de la SMCS a este proyecto.

Con el apoyo de dicha sociedad, y en un intento de trascender a la comunidad edafológica nacional,

se conformó un espacio educativo propio y propicio para niños, jóvenes, docentes e investigadores con interés en la educación e investigación educativa: primero, a través de la apertura del "Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo", que se lleva a cabo durante la realización de los congresos de la SMCS. Posteriormente, con el inicio de una nueva etapa de este proyecto Fundación UNAM, mediante la conformación del proyecto "Así son los Suelos de mi Nación" y la formación de la "Red Nacional de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo" (RENAEECS), mismos que se desarrollan en colaboración con la SMCS.

De igual forma, en el ámbito internacional, la trascendencia de los trabajos presentados durante el Primer Simposio de "Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo" permitió a este proyecto ser invitado, durante el XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, a organizar el "Simposio Latinoamericano de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo".

Este milenio, se inician trabajos al respecto, mediante convenios internacionales, con tres universidades de la República de Chile.

Como proyecto de investigación educativa en ciencias naturales, esta propuesta se evalúa, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica, como parte del programa de doctorado en ciencias naturales para el desarrollo.

CONCLUSIONES

- A efecto de garantizar el desarrollo sostenible, urge crear una conciencia colectiva sobre la necesidad de una ciencia que responda a un proyecto de país para la protección de los recursos naturales, integrado a un proyecto común latinoamericano. Ésta es una tarea inaplazable y responde a la necesidad de formar individuos que construyan sus conocimientos, para el bienestar familiar y social, con dignidad humana, en equidad y respetuoso equilibrio con la naturaleza.
- Dicha tarea corresponde a toda la sociedad; por lo que todos y cada uno debemos contribuir, a fin de que en el futuro próximo se pueda hacer realidad el ambicionado cambio colectivo que sustente el desarrollo planetario de forma sostenida en el tiempo. En este sentido, *La Carta de la Tierra* representa un apoyo para ello, como instrumento del derecho internacional, y, a la vez, un mandato moral sobre esta decisión histórica que deberemos asumir, a fin de preservar los recursos

naturales, en general, y el recurso suelo, en particular, para mantener una producción sustentable, de forma sostenida en el tiempo. Para ello, se requiere cambiar de actitud frente al peligro que representa la pérdida y el deterioro de nuestros recursos naturales. Ante esta situación, la comunidad edafológica nacional también tiene ante sí este reto.

- Igual que la Declaración Universal de los Derechos Humanos y, en concordancia con ella, *La Carta de la Tierra* debe formar parte de todo currículum educativo, permeándose a través de éste, en forma multi, inter y transdisciplinaria. Así, cada quien debe poner su granito de arena, en su lugar, tiempo y forma, pero buscando siempre trascender en un mismo sentido: el del respeto al equilibrio de la naturaleza y a todos los seres vivos sobre el planeta.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Alejandra, por ser el motor y motivo constante de este trabajo. Mi eterno agradecimiento a todos los alumnos de Servicio Social UNAM, quienes con su trabajo con los niños hicieron posible la realización de este proyecto, y a Fundación UNAM, por las becas otorgadas para ello; a la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, especialmente al Dr. Víctor Ordaz Chaparro, por haber creído en esta propuesta, y a los niños, maestros y autoridades de las escuelas: "Ermilo Abreu Gómez" del D. F.; Instituto "Prof. Alfonso Sánchez García" y Jardín de Niños "Cuicacalli" de Cuautitlán Izcalli, Mex., por la oportunidad que nos dieron de aprender al trabajar con ellos.

LITERATURA CITADA

Aliberas, J. 1989. Didáctica de les Ciencies. EUMO. Barcelona, España.
 Bacas, P. y M. J. Martín. 1992. Distintas motivaciones para aprender ciencias. Área de Ciencias de la Naturaleza. Ministerio de Educación y Ciencia. Narcea. Madrid, España.

Caivano, F. 1994. Huerto Alegre, Centro de innovación educativa. Crónica de una Ilusión. Cuadernos de Pedagogía 228: 28-36.
 Carbonell, J. 1980a. La Pedagogía entra a la granja. Cuadernos de Pedagogía 62: 6-11.
 Carbonell, J. 1980b. El trabajo manual en la escuela. Cuadernos de Pedagogía 62: 12-15.
 Comisión de La Carta de la Tierra. 2000. La Haya, Holanda. Disponible en línea en: www.cartadelatierra.org (Consultado: mayo de 2001).
 Comisión Mundial para el Medio Ambiente. 1987. Informe Brundtland. Nuestro futuro común. Disponible en línea en: www.lainsignia.org/2002/julio/ecol_012.htm (Consultado: julio de 2002).
 Driver, R. 1988. Un enfoque constructivista para el desarrollo de currículo en ciencias. Enseñanza de las Ciencias 6: 109-120.
 Driver, R., E. Guesne y A. Tiberghien. 1989. Las ideas científicas de la infancia y la adolescencia. Morata. Madrid, España.
 Freinet, C. 1984. La enseñanza de las ciencias. LAIA. Barcelona, España.
 Gil, D., J. Carrascosa, C. Furió y J. Martínez-Torregrosa. 1991. La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. ICE-Horsori. Barcelona, España.
 Giordano, M., A. Cometta, V. Guyot, N. Cerizola y S. Bentolila. 1991. Enseñar y aprender ciencias naturales. Troquel Educación. Buenos Aires, Argentina.
 Gómez Moliné, M. R. y L. B. Reyes-Sánchez. 2004. Educación ambiental, imprescindible en la formación de las nuevas generaciones. Terra Latinoamericana 22: 515-522.
 Lebreton, L. J. 1959. Manifeste pour une civilisation solidaire. Éditions Économie et Humanisme. Caluire, France.
 ONU. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.
 ONU. 2002 Resolución 57/254. Johannesburgo, África. Disponible en línea en: <http://www.un.org> (Consultado: marzo de 2004).
 Pérez, G. A. 1995. Volver a pensar la educación. Morata. Madrid, España.
 Perroux, F. 1963. Économie et société. Presses Universitaires de France. Paris, France.
 Reyes-Sánchez. 1999. Propuesta de enseñanza de la química para la educación básica. Bolctín de Historia de la Ciencia. Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano 35: 15-17.
 Reyes-Sánchez. 2005. El suelo como recurso para la enseñanza de las ciencias. Novedades Educativas. 172: 62-65.
 UNESCO. 1987. International Congress on Environmental Education and Training. Moscú/París.
 UNESCO. 2000. La Carta de la Tierra. Disponible en línea en: www.cartadelatierra.org (Consultado: febrero de 2005).