

CANICAS, LOMBRICES, ARCILLAS Y CUENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO PARADIGMA EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Marbles, Worms, Clays And Stories Around The Construction Of a New Paradigm In Teaching
The Soil Science**

Laura Bertha Reyes-Sánchez

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México
Departamentos de Química e Ingeniería Agrícola. Apdo. 379 C. P. 54740 Cuautitlán Izcalli, México
correo-e: lbrs@servidor.unam.mx FAX (5) 58-68-32-92

RESUMEN

Se propone la conformación de un modelo educativo diferente para la enseñanza de las ciencias, en general, y de la Ciencia del Suelo, en particular. Se discute sobre la necesidad de incluir, desde el currículum educativo básico, áreas del conocimiento prioritarias para México que permitan, a través de la comprensión de los fenómenos que involucran al suelo como medio de producción, en equilibrio con la naturaleza, generar alimentos, construir riqueza y sustentar desarrollo.

Se plantea la posibilidad de elección, que tenemos como profesionistas, entre el continuar impartiendo una enseñanza oral y repetitiva, frente a la propuesta de *innovar* la docencia al amalgamar la teoría con la práctica y hacer accesibles los conocimientos a niños y jóvenes en aquellos niveles escolares en que son prácticamente páginas en blanco, capturar su interés y entusiasmo, y generar en ellos amor por el quehacer científico.

Finalmente, se convoca a trabajar, para y en ello, a investigadores y catedráticos universitarios, con docentes de todos los niveles preuniversitarios, hasta conformar *ese* proyecto escolar que lleve a la construcción de un nuevo paradigma en su enseñanza: *una enseñanza en la cual confluyan la interpretación de los hechos humanos y la explicación de*

los hechos científicos, a la vez que éstos se confrontan dialécticamente, en la construcción del aprendizaje infantil.

Palabras clave: *Ciencias, enseñanza de edafología, calidad educativa, proyectos innovativos.*

SUMMARY

The conformation of a different educational model is proposed to teach sciences in general as well as Soil Science especially. It has been discussed the necessity of including learning areas, within the basic educative programs, which represent a priority for Mexico; and, based upon the knowledge of the phenomena involved with soil as production means, and their relationship with agriculture in a perfect balance with nature, to generate our own foods, build our own wealth and support our own development.

It is stated the possibility of choosing that we have in a collective way, and as scientists engaged with the impact of a soil science teaching that we are, between keeping on an oral and repeating teaching, opposite to the proposal of innovating the Soil Sciences teaching, by blending theory and practice; and making affordable the know ledges to all of those scholar levels in which children and young people who are blank pages to write on, making grow in them a real interest for the topic, getting them to become enthusiastic about it, and making them fall in love with the scientific work; *creating together a new paradigm in teaching the soil science: a teaching project where the interpretation of human facts meets with the explanation of scientific facts while they both face each other dialectically to construct a child's learning.*

Index words: *Science, edaphology teaching, educative quality, innovative projects.*

INTRODUCCIÓN

Histórica y culturalmente, nuestra génesis prehispánica estuvo y siempre ha estado ligada al desarrollo de la agricultura, como fuente inagotable de beneficios para los pueblos, y al crecimiento del hombre con respeto a su equilibrio con la naturaleza. Nuestros antepasados, 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 conservaron la riqueza y la belleza de lo que les fue dado.

Paradójicamente, hoy, si bien se cuenta con mayores recursos, técnicas y todo tipo de avances científicos, existe gran indiferencia y desconocimiento acerca de la verdadera situación 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; así como de la necesidad de su conservación para la subsistencia.

Si bien es un hecho que, hoy en día, la conservación de los recursos no renovables e indispensables en la producción de alimentos es una preocupación mundial, para los países latinoamericanos esto constituye una prioridad (Reyes-Sánchez, 1999); sin embargo, 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).

La magnitud y los ritmos del agotamiento de las riquezas naturales desaprovechadas o sobreexplotadas, con el consecuente deterioro de los ecosistemas y de los recursos indispensables para la supervivencia de las especies, como lo son: agua, aire, suelo, flora y fauna, son tan graves que resulta imprescindible valorar, tanto los costos ecológicos - pérdida de materiales de estudio para el logro de un mayor conocimiento científico de los mismos -, como los sociales - pérdida de oportunidades presentes y futuras para promover procesos de

desarrollo económico- (Vega, 1997), con el objetivo primordial no sólo de corregir, sino, fundamentalmente, para no seguir repitiendo los mismos errores, educando para evitarlos y legislando para sancionarlos.

Por todo esto, hoy más que nunca, requerimos de profesionistas, docentes e investigadores capaces de restaurar, primero, y preservar después, el equilibrio entre los seres humanos y los ecosistemas en que habitamos, para garantizar el abasto de alimentos de la población y sus requerimientos nutricionales. Por esta razón, el desarrollo de las áreas de las Ciencias Agrícolas, la Edafología, la Química y sus aplicaciones en la agricultura, y en el procesamiento de los alimentos, constituye un imperativo.

Paralelamente, es necesario reflexionar sobre el hecho poco recordado, de que la ciencia debe resolver problemas concretos que representen la solución a prioridades nacionales 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 requiere, por un lado, de conocimientos, disciplina y creatividad y, por el otro, de capacidad de análisis, confrontación y proposición, lo que implica impartir y recibir una formación educativa de calidad. Sólo en esta medida estaremos en posibilidad de hacer y desarrollar la ciencia que este país requiere y no simplemente continuar replicando, o adecuando al país, las investigaciones que se desarrollan en otras naciones.

No es posible, sin embargo, esperar a que este interés por el conocimiento y desarrollo de las ciencias surja espontáneamente, hay que generarlo hoy mismo y desde la infancia; pues un país sin ciencia y conciencia aplicadas a la conservación de sus recursos y a la formación y conservación de una agricultura fuerte, es finalmente un país sin futuro.

Por ello, crear una conciencia colectiva, desde el niño hasta el anciano, de la necesidad de una ciencia que responda a un proyecto de desarrollo de los países en armonía con la naturaleza, es una tarea inaplazable y responde a la necesidad de un proyecto educativo en el que el

ciudadano común posea una cultura científica que inicie en el hogar y que se fortalezca a través del sistema educativo nacional. Esta formación debe iniciar en el preescolar y mantenerse a lo largo de toda su vida, de manera que le permita, a través de la vinculación e integración de las diversas áreas del conocimiento, conformar un ciudadano que analice, critique, proponga, viva y ejerza la construcción de su conocimiento, para el bienestar familiar y social. Una educación que permita a los niños de hoy, ciudadanos y científicos de mañana, ser capaces de construir su proyecto de país para definir, conformar, defender y realizar proyectos que den solución a problemas prioritarios para su nación. **No hay alternativa** (Reyes-Sánchez, 2005).

REALIDAD EDUCATIVA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

En franco contraste con nuestras necesidades, en la educación básica actual, la enseñanza en ciencias naturales no incluye áreas del conocimiento prioritarias para México, que permitan producir alimentos, construir riqueza y sustentar desarrollo; tal es el caso del conocimiento y vinculación existente entre los fenómenos que involucran al suelo como medio de producción de las plantas, y del desarrollo de las ciencias agropecuarias desde un punto de vista ecológico. Tampoco integra los conocimientos en ciencias naturales al resto de conocimientos del currículum, a la par que no permite que el alumno construya un conocimiento en ciencias que lo motive a profundizar en él, o que su conocimiento sea trascendente, tanto en su formación intelectual como en su vida.

Esto debe cambiar y, con objeto de lograrlo, es necesario comprender que *educar para la sostenibilidad es un objetivo que va más allá de otra materia en el currículum* y que no consiste en reproducir mecánicamente o memorizar conocimientos y técnicas, sino en *educar para el debate y la reflexión* sobre los conocimientos, tipo de tecnología y organización social

que le permita a la gente vivir en armonía con el medio natural (Gómez y Reyes-Sánchez, 2004).

¿Cuál debiera ser, entonces, el papel de las ciencias naturales en este cambio educativo?, ¿cómo debiéramos educar para la sostenibilidad?

¿Cómo podría contribuir la enseñanza de estas áreas de las ciencias a generar, en el niño de hoy, ese interés genuino por el estudio y el conocimiento de las ciencias, en general, por la conservación de nuestros recursos, en particular, a la par que formar al ciudadano de mañana: un individuo con una amplia cultura general en ciencias naturales y profunda conciencia social, sabedor de su historia, tanto como de la realidad económica, ecológica 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 pleno conocimiento y conciencia, tanto su proyecto de país, como el llevarlo a cabo?

Si imaginamos la respuesta, tendríamos que empezar por darnos cuenta que, en el logro de esta educación *diferente*, estaríamos acercándonos a la construcción de una nueva escuela (Freinet, 1984; Durkheim, 1996). Una escuela con una conciencia y una participación ciudadana, en la que todos, antes que padres o maestros, priorizáramos nuestra actividad cívica en su construcción y, por lo tanto, una escuela irrepetible; una escuela consciente de su papel en la conformación colectiva, no sólo de su proceso de aprendizaje, sino también de la formación de una conciencia cívica.

Una educación en la que cada comunidad escolar, como una célula del sistema escolar general, construiría su propio proyecto, como explícita expresión de los *individuos* que la conforman y se constituyen en motores de cambio al interior de su entidad, para gestar e integrar así el cambio educativo de una nación, pues como hace años escribió León Felipe y repite la conocida canción: “*no hay caminos, el camino se hace al andar*”, especialmente

cuando se intenta la realización de un esfuerzo colectivo empeñado en la construcción de un nuevo proyecto escolar (Reyes-Sánchez, 1999).

Si no hay camino..., preguntémonos entonces para empezar: ¿cómo se construye esa educación de calidad? y ¿cuál es nuestro papel en el logro de esta educación pública y de calidad?

En el logro de esta educación de calidad, la intervención debe realizarse de forma directa en la escuela cualquiera que sea su nivel, desde el preescolar hasta el postgrado, como *espacio privilegiado donde confluyen y ejercen su influencia todos los factores que deben transformarse* para, de esta forma, lograr incidir en el cambio necesario, a fin de mejorar la calidad de la educación. Este trabajo debe hacerse de forma seria, ética, íntegra, integrada y multidimensional, y actuar 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: *una teoría unificada y válida de los comportamientos humanos, del aprendizaje y de las interacciones didácticas de las cuales se podría inferir una manera óptima de enseñar, es una total ilusión.*

Lo anterior implica el entender 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 voluntaria por medio de la enseñanza y, segundo, a la impregnación del espíritu y de las tradiciones de un pueblo que *se beben con la leche materna y se respiran con la madre tierra en que se nace* (Reyes-Sánchez, 2005).

Ambos tipos de cultura resultan indispensables en la formación educativa que contempla y propone la posibilidad de *innovar*, para remontar nuestra condición de subdesarrollo, todo tipo de subdesarrollo, y superar así una estructura y estilo de escuela medieval que resulta ya inoperante, para transformarla a través de dicha *innovación*, en una escuela que imparta una educación eficaz; una que ayude a *los niños a descubrir un sentido para su vida, a tornarse en ciudadanos responsables y profesionales competentes*.

Sin embargo, en la construcción de esta *nueva escuela*, 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).

Por ello, hoy requerimos, a través de nuestra práctica magisterial, enseñar a nuestros alumnos, permitiendo a la vez que ellos nos enseñen también a transformar colectivamente la realidad que no nos satisface, y oprime a amplísimos sectores del pueblo mexicano.

Es decir, en este parteaguas, se requiere que quienes somos docentes no olvidemos que nuestra acción fundamental nos permite, como nos lo hace ver Freinet (1984), *definir y orientar la actividad pedagógica escolar*.

Ineludiblemente, nuestro compromiso personal con la educación nacional debe empeñarse en la construcción de esa nueva escuela porque, como ciudadanos, es responsabilidad nuestra

que la enseñanza que impartimos resuelva problemas reales de la población y que permita el acceso al trabajo a quienes estudian. Para lograrlo, esa educación debe ser de calidad.

PROPUESTA

¿Qué se ha hecho y cómo se ha hecho?

Como un intento de construir un camino propio en esta área de aplicación de las ciencias, hace 18 años se empezó a participar en programas de divulgación y difusión de las mismas, así como en extensión de la cultura; originalmente, en el área de química general aplicada a la ingeniería agrícola y a la ciencia del suelo, para escuelas primarias, secundarias, bachilleratos y técnicas de varios niveles.

Durante estas ocasiones, el interés despertado en los niños, jóvenes y profesores de las escuelas visitantes generó una mayor inquietud docente por la conformación de una propuesta educativa que iniciara a los niños en el conocimiento de las ciencias naturales, utilizando como modelo didáctico el recurso suelo, como medio de desarrollo de las plantas, y vinculándolo con la agricultura y el manejo ecológico de este recurso.

El conjunto de actividades experimentales y de campo, desarrolladas con y para los niños y jóvenes, a lo largo de nueve años en que se participó en múltiples actividades pedagógicas, visitas guiadas, congresos, ferias de ciencias, talleres para docentes y todo tipo de actividades de divulgación y difusión de las ciencias organizadas por la UNAM, la Sociedad Química de México y la Academia Nacional de Profesores de Ciencias Naturales, derivaron, en 1994, en la conformación de un proyecto del “Programa de Iniciación Temprana a la Investigación y a la Docencia” de Fundación UNAM: “Agroquímica para la educación básica, media y media superior”. A partir de esta fecha, éste se aprobó como un proyecto institucional.

¿Cuál es el planteamiento general del proyecto?

Como parte de este proyecto y con el objetivo de **iniciar a los niños y jóvenes en el conocimiento sustentable de la ciencia del suelo de forma multidisciplinaria**, se plantearon líneas temáticas a desarrollar mediante un programa general interdisciplinario que se vincula al currículum de la educación básica en todos sus niveles. Este programa se desarrolla con base en "unidades" articuladas, organizadas en torno al trabajo experimental de la parcela agrícola como una unidad integradora que les permite no sólo *soñar*, sino también *observar, medir, identificar, clasificar, analizar, investigar, por cuenta propia de forma práctica y documental, e integrar para crear y construir* su propio conocimiento, percibiendo, en carne propia, la realidad, simpleza y complejidad de las ciencias naturales.

Los conceptos se abordan por medio de pequeñas experiencias de clase, cualitativas y cuantitativas, a través de las cuales los niños realizan observaciones y discusiones dirigidas que les permiten correlacionar al suelo de manera flexible, con todas las áreas del conocimiento que abarca la educación elemental, y al maestro, enriquecerlas.

Para ello, las experiencias se trabajan paralelamente a las labores en la parcela agrícola (Carbonell, 1980 a y b) y se supeditan a su ritmo, de manera que permitan dar explicación a las labores realizadas y a las observaciones hechas en campo, a la vez que se relacionan e integran con las matemáticas (cálculos de superficie cultivada, rendimiento...), geografía (clima, suelo, hidrografía, geología, etc.), civismo, historia, biología (ciclos, fotosíntesis, fotorrespiración...),...

Los cultivos propuestos para el trabajo en la parcela agrícola son de ciclo corto y no demasiado delicados, con el propósito de que puedan acoplarse al calendario escolar; los materiales utilizados son de muy bajo costo, accesibles y la mayoría obtenidos del reciclaje. Al alcance de cualquier escuela y nivel económico.

Para su desarrollo, el proyecto cuenta con el apoyo de becas Fundación UNAM, para la realización de servicio social de alumnos de los programas de excelencia de las carreras de Química e Ingeniería Agrícola; estos últimos son quienes asesoran y supervisan los trabajos en la parcela.

A manera de ejemplo, abordemos una experiencia cuantitativa para los tres últimos grados de la educación básica:

Proceso de construcción del concepto de Capacidad de campo.

Conocimientos previos. Los niños 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 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 niños 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*; 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 necesitan 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 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 niños 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 hace ver a los niños 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.

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).



Figura 1: Realización del experimento.

Cuadro1. 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

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:

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

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.

¿Cómo ha evolucionado este proyecto?

Durante la presentación de trabajos en el XVI Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo, en Montpellier, Francia, y el XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo en Pucón, Chile, el proyecto fue invitado a desarrollarse con la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo; esto, necesariamente, implicó una mayor evolución del mismo, al encontrarse en un área de mayor comprensión e interés al respecto.

Por lo anterior, a partir del año 2000, el proyecto “Agroquímica para la Enseñanza Básica, Media y Media Superior”, intentando trascender a la comunidad edafológica nacional y con el apoyo de la SMCS, participa en proyectos educativos específicos para el mejoramiento de la enseñanza del área edafológica. En una primera etapa, al interior del Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, se ha conformado un espacio propio y propicio para ello: el “*Simposio de Innovaciones Educativas en la Enseñanza de la Ciencia del Suelo*”; éste se ha pensado para los niños y jóvenes pero, a la vez, inmerso en una actividad propia de docentes e investigadores, con quienes se quiere que convivan e interrelacionen, con el objeto de 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.

Durante la realización del XXX Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, llevado a cabo en Veracruz, Ver., en el año 2000, por primera vez se presentaron en este congreso científico trabajos educativos en el área, mediante convocatoria abierta para niños y jóvenes, desde preescolar hasta el bachillerato, asesorados por docentes, profesionistas o investigadores del área edafológica, y compartiendo el escenario, como ponentes –exponiendo uno a uno -, con edafólogos nacionales y latinoamericanos.

En esa ocasión, con el objetivo de iniciarlos en la construcción de conocimientos sobre el suelo, los asesores y maestros utilizamos **como modelos didácticos** para trabajar con los niños y abordar la temática de sus exposiciones: *Canicas, lombrices, arcillas y cuentos, para*

intentar dar ese primer paso en la construcción de un nuevo paradigma en la enseñanza de la ciencia del suelo, al interior de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. De allí el título de este trabajo.

En la actualidad, este programa Fundación UNAM se desarrolla conjuntamente con la SMCS, a través de dos nuevos proyectos: “Así son los Suelos de mi Nación” y “Red Nacional de Educación y Enseñanza de la Ciencia del Suelo” (RENAEECS). A la vez éste se evalúa como investigación educativa en ciencias naturales para el desarrollo, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica y como parte del programa de doctorado en ciencias naturales para el desarrollo.

ALTERNATIVAS

Pertenecemos a una generación que puede y debe decidir qué impartir, cómo y para quién. En el orden colectivo, como científicos comprometidos con la enseñanza edafológica, hoy nos corresponde decidir si seguimos limitando su enseñanza a niveles profesionales y de especialización, o estamos dispuestos a asumir un compromiso personal, para generar y enseñar conocimiento y tecnología de punta en institutos y universidades y, hacer accesibles esos conocimientos, a aquellos niveles escolares en que niños y jóvenes son prácticamente páginas en blanco. Debemos interesarlos, entusiasmarlos, enamorarlos del quehacer científico, trabajando investigadores y catedráticos universitarios, con docentes de todos los niveles preuniversitarios, para conformar *ese* proyecto escolar que lleve a la construcción de un nuevo paradigma en la enseñanza de la ciencia del suelo: *una enseñanza en la cual confluyan la interpretación de los hechos humanos, con la explicación de los hechos científicos, a la vez que éstos se confrontan dialécticamente en la construcción del aprendizaje infantil.*

En nuestras manos está intentarlo y, trabajando con tan sólo *Canicas, Lombrices, Arcillas y Cuentos* como modelos didácticos, construir un nuevo paradigma en la enseñanza de la

Ciencia del Suelo que integre y conjugue los conocimientos de los fenómenos que involucran al suelo como medio de producción de las plantas en el desarrollo de las ciencias agrícolas, de forma analítica, sistemática, clara, precisa y accesible a su edad; y generar en los niños, conocimientos, si acaso no acabados, aún en proceso de construcción, más no por ello incorrectos o no científicos, con la finalidad de incentivarlos a su 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.

CONCLUSIONES

- Es hoy y es a nosotros, la comunidad de edafólogos y ciencias afines de este país, a quienes corresponde decidir si asumimos el reto de intentar construir *ese* nuevo paradigma en la enseñanza de la Ciencia del Suelo. No porque neciamente queramos abrir espacios profesionales y que se contemple como una materia más en el currículum, sino por la necesidad real de que la temática sobre el recurso natural Suelo, se considere como una dimensión constante, que se permean horizontal y verticalmente a lo largo de todo el currículum educativo, presente en cada una de las teorías, planteamientos, discusiones y razonamientos; para conformar, a largo plazo, una concepción y percepción diferente, tanto del medio ambiente como de nuestra inserción en él, pero más importante aún, *construir en los hechos una vida diferente en la que el valor del ambiente en que existimos y de los recursos naturales que poseemos, forme parte real e indisoluble de nuestro diario quehacer* y que se exprese por lo tanto, congruente y cotidiana como un inseparable binomio: pensamiento y acción.

Lo anterior es posible lograrlo cuando se intenta, y se cuenta con los conocimientos, a la par que con paciencia y creatividad, para encontrar el cómo enseñarlos; sobre todo, cuando se es

consciente de la importancia y necesidad de generar, en sectores amplios y a edades tempranas, en las que es mayor el impacto, tanto un conocimiento básico en ciencias, en general, y Ciencia del Suelo en particular, como una actitud positiva y propositiva al respecto, para toda la vida del futuro ciudadano. Sin embargo, resulta aún más importante, comprender el hecho que si en el nivel preescolar se aprende una *metodología* y una *disciplina de estructuración de pensamiento y trabajo*, ciertamente el niño, cuando adulto, al igual que Folghum, el literato de lengua inglesa, podrá decir: “*Todo lo que debía saber, lo aprendí en el kinder*”, porque lo habremos dotado de lo *esencial*, al darle las armas para que el resto, lo pueda aprender y, dirigir él mismo su proceso de aprendizaje, a pesar de la calidad de las escuelas y universidades a que asista, y del mucho, poco o inexistente compromiso docente de los maestros que encuentre en su camino.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Alejandra por ser el motor y motivo constante de este trabajo, a la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, especialmente, al Dr. Víctor Ordaz Chaparro, por haber creído en esta propuesta, y a la Dra. Edna Álvarez Sánchez, por la oportunidad de trabajar con esta sociedad científica, haciendo lo que me gusta.

LITERATURA CITADA

- Carbonell, J. 1980 a. La Pedagogía entra a la granja. Cuadernos de Pedagogía 62: 6-11.
- Carbonell, J. 1980 b. El trabajo manual en la escuela. Cuadernos de Pedagogía 62: 12-15.
- Clandinin J. y Connelly M. 1992. A narrative curriculum in teacher education. Educational Research 14 (5):2-14
- Durkheim, E. 1996. Educación y sociología. Coyoacán, S. A. D. F., México.
- Freinet, C. 1984. La enseñanza de las Ciencias. LAIA. Barcelona, España.
- Gómez, M. y Reyes-Sánchez. 2004. La educación ambiental, imprescindible en la formación de nuevas generaciones. Terra Latinoamericana. 22: 515-522
- Manfio, J. A. 1996. Publicado en las Memorias del Coloquio “La Dirección de la escuela” Caracas, Venezuela y en www.cice.org.ve/cice_ix-6.htm
- Pérez, G. A. 1995. Volver a pensar la educación. Morata. Madrid, España.
- Reyes-Sánchez. 1999. Propuesta de enseñanza de la química para la educación básica. Boletín de Historia de la Ciencia. Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano. 35, año 18, 15-17
- Reyes-Sánchez. 2005. El suelo como recurso para la enseñanza de las ciencias. Novedades Educativas. 172, 1, 62-65.
- Vega, L. E. 1997. La Evaluación económica de la biodiversidad. Gaceta Ecológica. INE-SEMARNAP. 43 p. 45 D. F., México.