

LA EDUCACION EN CIENCIA DEL SUELO PARA EL FUTURO EN LATINOAMERICA

Alvaro García O.¹

*“El estudio del suelo perdurará tanto como el suelo y las
civilizaciones que dependen de él perduren”*

(Anderson, 2006)

1. INTRODUCCION

En los países desarrollados existe preocupación por la disminución de científicos dedicados al estudio del suelo lo que se manifiesta en un número muy inferior de estudiantes de doctorado y maestría y en la desaparición, o cambio de nombre, de los departamentos de suelos de diversas universidades. Se dice que la Ciencia del Suelo está en crisis, que ya no se menciona o hace parte de nuevas ciencias como la “hidropedología” o de “zonas críticas de la ciencia” (Baveye, 2006).

En el pasado reciente La Ciencia del Suelo, y otras ciencias pilares de la Agronomía como el Fitomejoramiento y la Fisiología Vegetal, tuvieron un gran desarrollo en función de la producción de alimentos. La seguridad alimentaria como paradigma universal dió lugar a grandes avances en disciplinas como química, física, mineralogía, génesis, conservación, fertilidad y nutrición de plantas conduciendo a la bien conocida Revolución Verde. Cuando los países desarrollados alcanzaron su autoabastecimiento, se produjeron cantidades ingentes de sobrantes, la globalización se impuso como política económica universal y la concepción ecológica se hizo presente debido a los efectos no ocultables de la degradación de suelos, agua y aire por lo que las consideraciones ambientales adquirieron nuevas magnitudes, la ecología y la biología alcanzaron mayores desarrollos y la Ciencia del Suelo pareció declinar.

En los países no desarrollados la seguridad alimentaria no se ha alcanzado, el hambre y la desnutrición afectan a grandes sectores de la población y la pobreza es creciente como consecuencia de los paradigmas económicos. Las condiciones ambientales y los procesos de formación de los suelos dan lugar a un escenario más difícil para la producción satisfactoria de alimentos de calidad y cada vez la degradación de los recursos naturales es mayor.

En estas condiciones el estudio de los suelos requiere de una concepción integral en la cual se deben considerar todos los aspectos de las disciplinas básicas y sus progresos ligada a la necesidad de desarrollar tecnologías propias que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales, un ambiente más sano y una oferta alimenticia suficiente en cantidad y calidad.

¹ Ing. Agrónomo, M.Sc. Ph. D. Correo Electrónico agarciao58@yahoo.es

2. EL CONCEPTO SUELO

La Unión Internacional de Sociedades de la Ciencia del Suelo (IUSS, 2002) precisó la concepción integral del concepto suelo con base en las preguntas que normalmente se puede hacer cualquier persona con algún interés en él. Así:

2.1. Qué es?

Para entenderlo se debe mirar como un cuerpo y considerar como se formó, su extensión en la tierra y las interacciones complejas con la biósfera, la hidrósfera, la atmósfera y la litósfera. La atención investigativa se debe concentrar en el que es en la pedósfera. En resumen es el considerarlo en el espacio y en el tiempo y para ello existen disciplinas como:

- Morfología de Suelos.
- Geografía.
- Génesis de Suelos.
- Clasificación de Suelos.

2.2. Cómo funciona?

Se refiere al entendimiento de su fenomenología, o sea de las propiedades y los procesos fundamentales que controlan el transporte, el ciclaje, la especiación y la bio-disponibilidad de elementos y moléculas.

Estos fenómenos se estudian en escalas que van desde las globales hasta lo atómico lo que se logra a través del conocimiento en:

- Física de Suelos.
- Química de Suelos.
- Biología de Suelos.
- Mineralogía de Suelos.
- Fisicoquímica de Suelos

En estas disciplinas las metodologías analíticas y la instrumentación disponibles han facilitado adquirir un conocimiento adecuado, pero aún no suficiente, de las propiedades y procesos de los suelos tropicales.

2.3. Por qué es importante para la Sociedad?

Se considera hoy que el suelo se debe usar de manera sostenible asegurando a través del conocimiento y entendimiento de las propiedades y procesos del suelo y de su distribución en el paisaje que su calidad y productividad se mantengan en el tiempo.

La sostenibilidad se define en términos de producción agrícola, forestería, ganadería y en un amplio contexto ambiental. Resulta de la aplicación del conocimiento fundamental para solucionar los retos de alta prioridad científica, social, económica y ambiental. Se refiere al Uso y Manejo y se estudia a través de:

- Evaluación de Suelos y la Planeación del Uso de la Tierra,
- Conservación de Suelos y Aguas.
- Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas.
- Ingeniería y Tecnología de Suelos.
- Control de la Degradación.
- Recuperación y/o Rehabilitación de Suelos degradados.

2.4. Para qué?

Se refiere al papel de los suelos sustentando nuestras sociedades y nuestro ambiente. Tiene como objetivos tener en cuenta el conocimiento generado en todas las áreas de la Ciencia del Suelo y los nuevos desarrollos científicos para producir información que sea útil a aquellos sectores de la sociedad que a menudo no entienden el suelo en todas sus dimensiones y que por lo mismo, subestiman su importancia en el ambiente y a quienes están involucrados en el diseño de políticas y toma de decisiones.

Ello se puede lograr a través del estudio e investigación en:

- Suelos y su relación con el ambiente.
- Seguridad Alimentaria y Salud Humana.
- El Suelo y el Cambio de Uso de la Tierra.
- Educación en Suelos y Concientización Pública.
- Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia del Suelo.

2.5. Cual es su papel?

“El suelo es un material que soporta la vida, biológicamente activo, poroso y estructurado en la superficie de la Tierra formado por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivientes. Consiste de varios horizontes, el suelo regula el suplemento de agua y nutrientes para la flora y la microfauna y es, en consecuencia, uno de los componentes básicos de los ecosistemas. El suelo es de fundamental importancia en el reciclaje de C, N y S y determina la partición del agua que percola hacia los acuíferos profundos o hacia los ríos y lagos. Actúa como un filtro viviente para numerosos desechos inorgánicos y orgánicos, inmovilizando o eliminando toxinas y hace a los patógenos inofensivos. El suelo es hábitat y pool de genes, sirve como plataforma para las actividades humanas, al paisaje y cultura y actúa como proveedor de materias primas” (Nieder, 2006).

Con más detalle y profundidad Várallyay (2006) cuando indica que “el suelo es un recurso natural condicionalmente renovable; reactor, transformador e integrador de las influencias combinadas de otros recursos naturales (radiación solar, atmósfera, aguas superficiales y profundas, recursos biológicos), lugar de interacciones entre pedo, lito, hidro y atmósfera, medio para la producción de biomasa para alimentación humana y animal, de materias primas para la industria, para almacenamiento de calor, agua y nutrientes para las plantas y en muchos casos de desperdicios de varias clases; medio de alta capacidad de amortiguación, el cual puede prevenir o moderar las consecuencias desfavorables de estreses ambientales inducidos por el hombre, filtro natural y sistema de detoxificación, el cual puede prevenir la formación geológica a profundidad de materiales y aguas provenientes de contaminantes

superficiales; importante y significativo reservorio de genes y parte importante de la biodiversidad además de conservar y portar la herencia natural de la historia humana”

Estas dos definiciones comprensivas involucran todos los componentes y relaciones que tiene el suelo y, básicamente, son en si el silabus de una concepción amplia de lo que se debe enseñar en la Ciencia del Suelo actual.

3. LA DIMENSION ECOLOGICA Y AMBIENTAL

No es un secreto que la Ciencia del Suelo estuvo y está desconectada del ambiente y que en muchas partes no se reconoce su importancia como ciencia ambiental. Más bien es un lugar común universal consecuencia de haber alineado a esta ciencia dentro del contexto de disciplinas agronómicas con un paradigma claro y preciso: aumentar las producciones de cosechas con el objeto de lograr la seguridad alimentaria.

La Sociedad en general, y quienes tienen que diseñar políticas y tomar las decisiones en particular, desconocen que el suelo es parte de los diversos ecosistemas que la soportan y muy poca atención se presta a los procesos del suelo que mantienen en funcionamiento los agroecosistemas. Esto tiene consecuencias graves pues se presta para toma incorrecta de decisiones, diseño de políticas que resultan contradictorias para el interés social o para la sostenibilidad de los recursos naturales.

Así, por ejemplo, en Colombia se tienen dos ministerios que tienen relación con el suelo: El del Medio Ambiente y Vivienda y el de Agricultura y Desarrollo; en el primero el suelo brilla por su ausencia y en el segundo se le considera parte del aparato productivo. En el primero hay políticas relacionados con el agua y el aire pero en ninguno de ellos se tiene presente su importancia en aspectos tales como producción y calidad del agua y muchos menos normatividad relacionada con su manejo en irrigación; tampoco se le considera en aspectos fundamentales desde el punto de vista de la sostenibilidad de nuestras sociedades como reciclaje de nutrientes, soporte de la vegetación, depurador ambiental, cambio global, soporte de la biodiversidad, producción de biomasa para combustibles y muchos otros.

El desarrollo tecnológico ha puesto la ciencia muy cerca de nuevas fronteras que incluyen microbiología y bioquímica, las cuales están arrojando nuevas luces sobre la biodiversidad, interacciones suelo-planta y el destino de sustancias químicas en los ecosistemas. Las actividades relacionadas con la salud humana han dado lugar a una gran actividad que amarra los suelos con la geoquímica, mientras que la conservación de suelos y aguas todavía demandan mucha atención en el mundo. Debido al crecimiento continuo de áreas severamente degradadas la restauración ecológica se ha vuelto imperativa y, por tanto, su papel como disciplina en la cual la ciencia del suelo juega un papel determinante (Arnalds, 2006).

Según Lal (2006) las impresionantes ganancias en producción de alimentos logradas en el siglo XX lo fueron a costa de la calidad ambiental. Con la expansión de la agricultura se produjo la degradación de los suelos, con el incremento en el uso de agroquímicos vino la polución ambiental, con el incremento en la irrigación se produjo la salinización, con la deforestación y con el laboreo excesivo vinieron las emisiones de CO₂ a la atmósfera y con el incremento en producción vino la dependencia excesiva en los combustibles fósiles.

Teniendo claro cual es la situación actual y cuales son las relaciones del suelo con los agroecosistemas se deben diseñar estrategias que permitan disminuir el ritmo de la degradación ambiental actual, recuperar las áreas ya degradadas, obtener agua y aire más limpios y un entorno ambiental más plácido. Para ello se debe iniciar inmediatamente la labor de convencimiento a la sociedad para que entienda y acepte el papel del suelo en relación con su supervivencia, lo que implica una clara labor educativa.

4. EL FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DEL SUELO

El conocimiento actual y las tendencias ambientales hacen preciso conciliar el objetivo de profundizar en la Ciencia del Suelo para aumentar la productividad agronómica con un claro interés en el mantenimiento de la capacidad de los recursos naturales para soportar nuestras sociedades. Los científicos del suelo deben dirigir sus esfuerzos hacia otros aspectos que son importantes para la sostenibilidad ambiental, los que incluyen el creciente enriquecimiento atmosférico de gases de invernadero y el consecuente calentamiento global, la escasez de agua fresca y la eutroficación y contaminación de aguas profundas y superficiales, la disposición de desechos urbanos e industriales, la salud humana y animal, el manejo del germoplasma presente en el suelo como fuente de riqueza y biodiversidad, además de sus funciones tradicionales como base para las obras de ingeniería y como fuente de materiales para la industria (Blum, 2006; Lal, 2006; Nortcliff, 2006; Petersen, 2006; Pla Sentís, 2006 y Várallyay, 2006).

Hay una necesidad imperativa de estudiar los procesos que gobiernan la interacción de la pedósfera con la biósfera para incrementar la productividad agronómica de alimentos y biomasa y mejorar la biodiversidad, con la atmósfera para mejorar la calidad del aire y mitigar el efecto invernadero, con la litósfera para disposición de residuos y secuestro de CO₂ en estratos geológicos y con la hidrósfera para mejorar la calidad y cantidad de agua fresca renovable (Lal, 2006)

Muchos consideran que en el futuro próximo es importante mantener la producción agrícola al tiempo que se debe enfatizar más en el uso sostenible de los suelos limitando o eliminando los efectos negativos de estas acciones sobre los demás componentes del ambiente. La Comisión de Comunidades Europeas (2002) reconoció la importancia clave del papel que desempeña el suelo en la interfase entre atmósfera, biósfera, litósfera e hidrósfera sin importar su espesor en la superficie de la tierra. Según Nortcliff (2006), ese documento y el subsecuente programa para identificar las principales prioridades y acciones para la protección del suelo posiblemente constituyen el programa inmediato y futuro a largo término de la Ciencia del Suelo en Europa. Para tener mayor consideración del papel de suelo en el ambiente se señalan cinco funciones vitales:

- Producción de alimentos y fibras.
- Almacenamiento, filtrado y transformación.
- Habitat y reservorio de genes.
- Ambiente físico y cultural para la humanidad.
- Fuente de materias primas.

Se consideran como las principales amenazas para el suelo:

- Erosión.
- Depresión en MO.
- Sellamiento superficial.
- Compactación.
- Disminución de la biodiversidad.
- Salinización.
- e) Avalanchas y deslizamientos.

Los suelos afectados por la urbanización vienen adquiriendo cada vez mayor importancia debido al crecimiento poblacional que hace que no sean productivos en el futuro. Los principales problemas tienen que ver con remoción de capas productivas, sellamiento y contaminación. En Alemania Burghardt (2006) adelanta trabajos de investigación que se constituyen en pilares de esta disciplina al tiempo que adelanta una importante labor de concientización social sobre ésta problemática

La importancia del suelo como reservorio de carbono es otro tópico del presente y el futuro, es necesario prevenir el deterioro de esa capacidad de almacenamiento como consecuencia en el cambio de las condiciones ambientales a lo cual se suman estrechamente lo relacionado con la capacidad de almacenamiento de la biodiversidad. Hoy se trabaja en varias regiones del mundo en el uso de la biodiversidad o de organismos como indicadores de la calidad del suelo.

El futuro de la Ciencia del Suelo depende fundamentalmente de que la Sociedad entienda y acepte el papel clave que desempeña el suelo en el mantenimiento de la calidad de vida. Es necesario que las nuevas generaciones crezcan teniendo en mente lo anterior lo que implica una capacitación y concientización de los actuales docentes en relación con la relación ambiente:suelo.

Los procesos que suceden en el suelo determinan sus propiedades y estas a su vez son responsables de la multifuncionalidad del mismo. Todas las actividades humanas influyen sobre los procesos y, en consecuencia, su control es el reto principal de la Ciencia y el Manejo de suelos contemporáneos (Várallyay, 2006).

Según el mismo autor, este control debe comprender el fortalecimiento de los procesos favorables tales como la acumulación de materia orgánica, el desarrollo o mejoramiento de la estructura del suelo y de sus propiedades hidrodinámicas; la prevención de los procesos indeseables en el suelo o que implican degradación del mismo como erosión por agua o viento, acidificación, salinización en todas sus facetas; degradación física como destrucción de estructura, encostramiento, sellamiento, compactación y todo proceso que implique pérdida de la capacidad para el movimiento de agua y gases; regímenes de humedad extremos como la inundación o el encharcamiento y la susceptibilidad a la sequía; los estreses nutricionales como deficiencias o acumulación y/o toxicidad de uno o más elementos en el ciclo biogeoquímico; la polución como acumulación o movilización de sustancias o elementos potencial o actualmente dañinos o tóxicos en el aire, en el agua o en la biomasa de organismos que hacen parte de la cadena alimenticia suelo-agua-plantas-animales-humanos.

Se debe basar en la probabilidad de pronosticar efectos, en la moderación de los procesos indeseables y la reducción de sus impactos ecológicos y ambientales a un nivel mínimo ciertamente de tolerancia; en la corrección de las consecuencias desfavorables de los procesos

indeseables o sea recuperación, remediación o rehabilitación. Para ello se requiere precisar el nivel de información disponible sobre los procesos del suelo, de los mecanismos o factores que los favorecen y de las relaciones entre ellos, la conformación de bases de datos y su actualización permanente, el uso de sistemas de información geográfica que permitan manejar información compleja y complementaria, la consideración de sujetos de estudio a escalas micro y macro o sea considerando predios, municipios, provincias o mejor cuencas y regiones naturales en el tiempo, también, el uso de sensores in situ y de sensores remotos y de la geoestadística para conseguir imágenes de flujo que permitan entender dichos procesos y sus consecuencias.

Se requiere profundizar en el conocimiento de la solución del suelo y de sus cambios en el tiempo y en el espacio, de los fenómenos físico-químicos naturales y de la respuesta a la actividad antrópica, de la actividad, tipo y consecuencias de la microfauna y microflora, de la rizósfera y sus cambios, de los efectos de la interacción raíz-rizósfera-actividad biológica, de los efectos de los factores ambientales sobre cada uno de los anteriores, de las relaciones-agua-suelo-plantas-atmósfera y de los fenómenos de absorción de agua y nutrientes, así como de los procesos de aporte de elementos al suelo por las plantas y organismos. Igualmente, es necesario entender los fenómenos relacionados con la adsorción y acumulación de metales pesados y moléculas orgánicas con potencial contaminante.

La Ciencia del Suelo tiene un gran reto por delante: adaptarse al cambio tecnológico haciendo uso de las múltiples herramientas que cada día se ponen a disposición de los científicos del suelo, entender las relaciones litósfera-pedósfera-hidrosfera-atmósfera y los diferentes procesos y su efecto e impacto sobre el ambiente en general.

La enseñanza de la Ciencia del Suelo presenta un reto aún mayor para quienes ejercen la docencia: entender los nuevos paradigmas, asimilarlos, adaptarlos a nuestras realidades nacionales y transmitirlos adecuadamente a nuestros estudiantes al tiempo que se socializan los cambios y se lucha por el entendimiento de quienes toman las decisiones políticas.

5. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, D. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 1-3.
- Arnalds O. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 4-6.
- Baveye, P. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 10-12.
- Blum, W. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 16-18.
- Burbano, H. 2002. La enseñanza de la Ciencia del Suelo: Referentes para su análisis y proyección en Colombia. *Suelos Ecuatoriales*.32(2) 335-340.
- Commission of the European Communities, 2002. Communication "Towards a thematic strategy for soil protection". Brussels.
- Escobar, C.A; Torrente, A. y Echeverri; A.F. 2002. Como llevar el conocimiento del suelo al campo. *Suelos Ecuatoriales* 32(2):341-346.
- Gomez, M.R. Y Sánchez, L.B. 2001. El reto: cómo conseguir el cambio. Memorias XY Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Varadero, Cuba. CD.
- Lal, R. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 76-79.

- Nieder, R. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 97-100.
- Nortcliff, S. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 105-106.
- Petersen, G. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 108-109.
- Pla Sentís, I. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 110-112.
- Rabah, L.; Dosso, M. and Ruellan, A. 2002. Soil education and public awareness: an international SOS² Campaign Proceedings of the 17th. World Congress of soil Science. Vol. of Abstracts pp:1694.
- Várallyay, G. 2006. The future of soil science. In: The Future of Soil Science. International Union of Soil Science Societies. Wageningen. pp: 145-146.