

# EJE TEMÁTICO 5

## DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA CIENCIA DEL SUELO Y LA EDUCACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO



## **EJE TEMÁTICO 5**

### **DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA CIENCIA DEL SUELO Y LA EDUCACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Capítulo 43. Oportunidades de la ciencia del suelo en la educación frente al cambio climático.

Sergio Montico.

Capítulo 44. Incorporación de la problemática ambiental en la universidad: el caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

María Cristina Plencovich, Rodolfo A. Golluscio, Marcela E. Gally y Adriana M. Rodríguez.

Capítulo 45. Enseñanza de aspectos ambientales: Edafología como materia troncal e Impacto Ambiental en Agrosistemas como formación integral

Lidia Giuffré y Silvia Ratto.

Capítulo 46. Acceso a la información y comunicación para la enseñanza de la Ciencia del Suelo: Nuevas herramientas

Diego J. Cosentino.

## Capítulo 43

### Oportunidades de la ciencia del suelo en la educación frente al cambio climático

Sergio Montico

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Rosario.

#### El cambio climático: causas, consecuencias y respuestas

En 1827, el matemático francés Jean Baptiste Fourier observó que ciertos gases que componían la atmósfera, en particular el dióxido de carbono, retenían el calor en ella. En su opinión este fenómeno era similar al que ocurría en los invernaderos, de manera que para referirse a él utilizó el término *effet de serre* (efecto invernadero). Tuvieron que transcurrir 80 años antes que la comunidad científica reuniera datos suficientes para corroborar estas predicciones y realizara, en ocasión de la primera Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en 1979, en Ginebra, un llamado urgente a la comunidad internacional sobre la necesidad de adoptar drásticas medidas correctivas ante el aumento de la temperatura media del planeta, proceso apoyado en la información disponible, y que obedecería a las actividades humanas que liberan en la atmósfera gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, y alteraciones del sistema climático (CEPAL, 2009).

En la actualidad se reconoce a este proceso como todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo, resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas. El calentamiento global, por su parte, es la manifestación más evidente del cambio climático y se refiere al incremento promedio de las temperaturas terrestres y marinas globales.

En 1988, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), constituyeron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La función de este organismo, abierto a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM, consiste en analizar en forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante, para entender los elementos de riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus eventuales repercusiones y las posibilidades de adaptación al mismo.

El IPCC, en el Tercer Informe de Evaluación (2001), brinda un amplio panorama sobre los impactos del Cambio Climático cuando afirma que:

- Un conjunto de observaciones cada vez mayor describe la imagen global de un mundo en fase de calentamiento y de otros cambios en el sistema climático.
- La confianza en la capacidad de los modelos para proyectar el clima futuro ha aumentado.
- Hay nuevas pruebas más fehacientes de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años se debe a las actividades humanas.
- La influencia humana seguirá cambiando la composición atmosférica durante el siglo XXI.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero y de aerosoles debidas a las actividades humanas siguen modificando la atmósfera de diversas formas que se estima afectarán al clima
- Se prevé que la temperatura media y el nivel del mar mundial suban de acuerdo con los escenarios de emisiones propuestos.
- El cambio climático antropógeno perdurará muchos siglos.

Estos impactos pronosticados en 2001, tuvieron en su mayoría una confirmación años después, nuevamente por el IPCC (2007). Asimismo varios son los institutos y organismos que afirman que en el corto plazo habrá en el planeta incrementos de temperatura por encima de dos grados en Asia, Canadá, Europa y gran parte de África y

hasta puede superarse este aumento en la segunda parte del siglo corriente (Joshi et al., 2011). Opiniones más arriesgadas consideran que será mayor a cuatro grados, principalmente por la endeble acción humana para mitigar tal efecto (New et al., 2011; Stafford Smith et al., 2011).

Las consecuencias del cambio climático generan y generarán una multiplicidad de escenarios cuyos impactos futuros en la actualidad son difíciles de asegurar con certeza.

En términos comunitarios, los efectos del cambio climático son especialmente dramáticos para las poblaciones empobrecidas de los países en desarrollo, ya que disponen de escasos recursos económicos para hacer frente a sus efectos, información y aptitudes técnicas insuficientes, infraestructuras deficientes e instituciones inestables o débiles. Se estima que alrededor de 300.000 personas mueren cada año como consecuencia del cambio climático (Global Humanitarian Forum, 2009).

Desde el enfoque de vulnerabilidad resulta relevante avanzar sobre los componentes ambientales, socio-económicos, tecnológicos e institucionales, para analizar cómo responder y hacer frente a los riesgos climáticos.

En este sentido, el concepto de capacidad de adaptación y su aplicabilidad, se instala en la agenda como una necesidad de hallar mecanismos útiles para ordenar acciones y propuestas, que se alineen con las diferentes amenazas que devienen del cambio climático.

En relación, específicamente, a los impactos en la naturaleza, González et al. (2003) afirman que el cambio climático podría originar grandes cambios en la distribución geográfica de biomas y extinción y sobreexplotación de especies, y entre los cambios más notables estarán la reducción de áreas boscosas en el planeta, expansión de bosques tropicales hacia trópicos y subtropicos, y pérdida de bosques boreales. En este sentido, algunas especies arbóreas están reduciendo su área de distribución como respuesta a sequías, las cuales acaban directamente con poblaciones periféricas o las llevan a un estado de estrés que las hace más susceptibles a los ataques masivos por plagas y enfermedades. Las respuestas de organismos y de ecosistemas al cambio climático son tan variadas y complejas como los ecosistemas mismos. Cada especie responde de manera particular y sus reacciones afectan a su vez al resto de los componentes del ecosistema.

Se prevé desplazamientos de especies hacia mayores altitudes y hacia los polos, y hasta algunos eventos de primavera de los ciclos de vida de diversas especies, en las últimas décadas se están presentando más temprano. De hecho, áreas tropicales de Centro América y en general de América Latina, han sido clasificadas como regiones susceptibles de sufrir extinciones que impacten de manera considerable en la biodiversidad (IPCC, 2007).

Mundialmente, se estima que 41% de las especies serán afectadas por el cambio climático (Parmesan, 2006). Las especies que no logren responder convenientemente a los cambios tenderán a desaparecer por estrés fisiológico, y ello podrá dar lugar a notables cambios en la estructura y composición de las comunidades. Se estima entonces, que uno de los efectos más graves del cambio climático es la extinción de especies, y con ello el empobrecimiento de la biodiversidad y el deterioro de los procesos ecológicos que mantienen el funcionamiento de los ecosistemas actuales.

Los modelos globales de simulación para concentraciones elevadas de gases invernaderos prevén distintas respuestas climáticas regionales y proporcionan una medida de la incertidumbre en estos escenarios. Respecto a Argentina, la UEA (1999), sentenció que es probable que en el futuro haya un incremento de la temperatura continental más lentamente que el promedio global. Sin embargo, dentro del país, el norte se calentará considerablemente más rápido que el sur. También los cambios futuros en precipitaciones podrían diferir entre las regiones del este y del oeste, es decir, un contraste entre un occidente seco y un oriente húmedo, y más consistente entre las estaciones.

Conviene también abordar el tratamiento que recibe el cambio climático desde las diferentes disciplinas. Este es muy diverso, y en algún punto, contradictorio. Por ejemplo, St. Clair (2012) destaca que la concepción hegemónica en torno al cambio climático es una visión regida por las “ciencias duras”, que presenta el problema como un reto que puede considerarse como una cuestión de sólo conocer y dominar el medio ambiente. Este enfoque interactúa con un sistema político con objetivos a corto plazo, incapaz de tratar un tema más allá de unos años. La visión tecno-optimista está dominada por un sistema socio-político, económico y global con intereses en el “carbón” y en modelos consumistas incompatibles con la sostenibilidad.

Otras disciplinas mientras tanto, aseveran que la visión debe ser superadora del actual esquema de uso de las tierras, y más, debe ir en dirección de la seguridad alimentaria, la preservación y conservación de los recursos

naturales, el equilibrio productivo, los mecanismos de desarrollo limpio, la soberanía energética y el financiamiento en infraestructuras de mitigación y adaptación al cambio climático (Montico et al., 2012).

## **El cambio climático y el uso de la tierra**

La incidencia de los gases de efecto invernadero sobre el calentamiento global, como atributo sobresaliente del cambio climático, es ineludible (IPCC, 2008).

Ante varias alternativas conocidas de usos de la tierra para optimizar el secuestro de carbono, se plantea que es clave conservar y promover aquellos que aumentan lo más posible la capacidad de los depósitos de carbono. Sin embargo, distintos estudios directos o indirectos demuestran las incertidumbres de esta aparente solución.

Existen evidencias que establecen relaciones efectivas entre los efectos del clima y del dióxido de carbono en el secuestro de carbono, pero se advierte también, sobre el inconveniente de confiar demasiado en algunos sumideros como solución a la mitigación de los efectos del cambio climático, principalmente por su fragilidad, dado que las actividades antropogénicas pueden hacer desaparecer rápidamente estos reservorios, siendo el caso más representativo el de los bosques (Smaglik, 2000).

La agricultura es el otro sector productivo que cuenta con un enorme potencial para ofrecer soluciones de mitigación y adaptación a las consecuencias del cambio climático, siempre que, en términos de calidad de sumidero global, no le suceda lo mismo que al forestal. Esto es, se apliquen las medidas convenientes y oportunas para evitar el deterioro sistémico de los componentes del sector agrícola, en especial del más relevante, el suelo.

Los usos inadecuados de las tierras, aquellos que no contemplan la necesaria armonización entre calidad del suelo y el tipo de uso, enmarcan diversos procesos de degradación ambiental que están más allá de las dificultades para secuestrar carbono, siendo los más sobresalientes: la desertificación, la deforestación, la pérdida de fertilidad física y química de suelos, la eutrofización, las inundaciones, la erosión hídrica y eólica, y la contaminación. Atentar contra las capacidades resilientes de los suelos, tornándolos cada vez más vulnerables frente a las amenazas crecientes, restan posibilidades de contar con este recurso como parte de la solución al secuestro de carbono, y con ello, a la mitigación de las transformaciones ocasionadas por los cambios del clima (Canadell y Raupach, 2011).

Asimismo, el suelo, participa de muchos otros procesos que podrán alterarse por el cambio climático, y ello tiene relación con la dinámica de la materia orgánica, la fertilidad de los suelos, el balance de agua, las características del soporte físico y mecánico, la actividad biológica, y sus reacciones a las tecnologías y prácticas de manejo. Es que en este contexto, vale rescatarlo como un valioso capital natural, al que debe protegerse en su integridad ecológica, manteniendo sus funciones, o lo que es lo mismo, su capacidad para generar un flujo de servicios a la sociedad. Los valores tangibles e intangibles de los servicios ecosistémicos provistos por el suelo, también deben ser analizados frente a las transformaciones intrínsecas que el clima está proponiendo, pues, las modificaciones funcionales edáficas conspiran contra las ofertas ambientales positivas de los agroecosistemas (Costanza et al., 1997).

El marco hasta aquí relatado resulta parcial sino se lo contextualiza, por lo que es oportuno mencionar algunos aspectos de la compleja estructura de los escenarios territoriales que receptan los cambios y en los que el suelo tiene un rol esencial.

Desde una relativamente corta visión histórica, en estas últimas dos décadas, y tomando como punto de partida la del '90 del spp, hubieron profundos cambios políticos, sociales y económicos, que incidieron de manera decisiva en el territorio tal cual hoy se conoce. Fueron las políticas de liberalización, desregulación y privatizaciones de aquellos años, asociadas a la idea del Estado mínimo y prescindente, las que han estructurado y reestructurado el territorio. En ese contexto las regiones argentinas diseñaron las estrategias territoriales, interviniendo los diferentes actores públicos y privados en el medio físico, sin considerar convenientemente las potencialidades y limitaciones del territorio. Tal proceso fue dominado exclusivamente por las leyes del mercado y por una marcada ausencia del Estado en la planificación.

Argentina ha transitado un camino donde se destacó el aumento de la producción y exportación de productos primarios en un contexto de precios internacionales variables, pero casi siempre favorables. Sin embargo, dicho crecimiento se ha alcanzado a costa de la intensificación del uso del suelo, la energía y los recursos hídricos, con evidencias de contaminación de recursos naturales y pérdida de ecosistemas y biodiversidad, que conspiran contra los pilares básicos de la sustentabilidad (Maguna y Montico, 2013).

En este sentido, Altieri (2009) afirma que para mejorar la sustentabilidad debe incorporarse a la discusión de las propuestas de optimización del uso de la tierra otros sendos ejes, la reducción de la pobreza, la conservación y regeneración de la base de recursos naturales, el diseño y escalonamiento de agroecosistemas biodiversos, productivos y resilientes, la promoción de la soberanía alimentaria, la potenciación de las comunidades rurales para que participen en los procesos de desarrollo, la creación de alianzas institucionales que faciliten un proceso participativo y autóctono, y el fomento de políticas agrarias que favorezcan el desarrollo agrícola sustentable y los mercados locales.

El cambio climático se suma como otro componente -de altísima influencia-, al gran conjunto que gobiernan la apropiación territorial a través de los diferentes modelos de uso de la tierra. Surgen así, nuevos desafíos que la sociedad debe comprender y que están sujetos a lógicas nunca antes reconocidas como tal, pues las transformaciones ambientales que induce el cambio climático, altera sin duda las funciones básicas de la naturaleza en términos inéditos, y ello exige de criterios amplios, visiones sistémicas y conocimiento científico.

## **Las oportunidades para articular la formación en la ciencia del suelo y el cambio climático**

La consigna que sentencia las oportunidades que podría haber para la educación de la ciencia del suelo ante el cambio climático, obliga en primer lugar, a definir taxativamente qué se entiende por oportunidad y qué dimensiones comprende.

La oportunidad es una circunstancia u ocasión que se da en un momento adecuado para hacer o conseguir algo conveniente en tiempo y lugar. Hace referencia a la condición favorable de un contexto y a la confluencia de un espacio y un periodo temporal apropiada para cumplir un objetivo.

Las oportunidades, por lo tanto, son los instantes o plazos que resultan propicios para realizar una acción. Y es en este sentido en el que debe concebirse aquella articulación entre la educación de la ciencia del suelo y el cambio climático. Precisamente, el establecimiento de nuevas condiciones para emprender acciones directrices que potencien la generación de conocimiento, a la vez de dar respuesta a las necesidades que surjan de las dimensiones naturales, tecnológicas, sociales, económicas y políticas.

Más allá de la especificidad temática, se impone la visión de los escenarios porvenir desde una perspectiva amplia, multi y transdisciplinaria, que asuma la complejidad que poseen y que aplique a la conservación de los recursos naturales, las externalidades ecológicas y económicas de los modelos de producción, a los factores socio-culturales, a las pautas y normas técnicas, y a la gestión ambiental.

Los procesos de construcción de nuevos paradigmas que la educación debe abordar frente a los cambios climáticos, representan un gran desafío. Las estrategias de estos procesos deben consolidarse en currículos innovadores. Esencialmente deberían concentrarse los esfuerzos para alcanzar logros tales como a) la formación de profesionales capaces de analizar y comprender los procesos biológicos, físicos, químicos, económicos, políticos, sociales y culturales, y sus interacciones, en el contexto de los diferentes agroecosistemas, b) la comprensión de la dinámica y la diversidad de la producción en diferentes escalas, c) la capacitación para la promoción de procesos participativos para la búsqueda de soluciones y el diseño de estrategias globales de intervención, d) el debate de las propuestas de nuevos y mejores modelos de producción de alimentos, e) el desarrollo de metodologías para promover tecnologías que protejan el ambiente, y f) la elaboración de políticas públicas orientadas al ordenamiento territorial como una herramienta al servicio del desarrollo.

En este marco, y ahora específicamente, ¿qué deberían contemplar los procesos educativos orientados a la ciencia del suelo para incorporar el nuevo componente: Cambio Climático?.

Ante los cambios, y tal como proponen Lagrange y Reddy (2007) y Jackson, (2007), habría que pensar en otras formas de aprendizaje, promoviendo un estilo muy activo y cooperativo entre los educandos. Que sea ciertamente transformativo y dirigido a cambiar los viejos marcos de referencia heredados para crear nuevos modelos de pensamiento e intervención que guíen las futuras decisiones.

Deberían eludirse los modelos curriculares con pocas posibilidades heurísticas para dar respuesta a los problemas actuales y que cotidianamente contribuyen a ser más parte del problema que de la solución, al reproducir una serie de contenidos que requieren ser profundamente desafiados (González-Gaudiano, 2007). En este sentido, a pesar que es innegable el aporte de la ciencia y la tecnología en la búsqueda de soluciones, se señala que reducir la amenaza del cambio climático por parte de la tecnología moderna al efecto de algún error social óptico es

equivocado, y que esto puede incentivar aun más los problemas que se pretenden resolver (Zizek, 1999). Esto es, se supone que la solución consiste en apelar una vez más a las innovaciones tecnológicas, pero por basarse a su vez en la fuente del problema, sus posibilidades terminan ciertamente devaluadas. Es así que deben concebirse otras formas de conceptualizar las problemáticas derivadas del cambio climático y sus impactos en los suelos, tanto como incorporarlas a las estrategias de educación formal e informal como una respuesta a una situación de no retorno.

La educación en el cambio climático es clave para generar conciencia y responsabilidad, y ello abre oportunidades para orientar también a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales en el diseño de sus acciones organizacionales. La educación en términos globales crea capacidades por medio de la implementación, seguimiento, acompañamiento y evaluación de medidas que promuevan el acceso a la información, fomenten la conciencia pública, la capacitación, la investigación y la participación.

Ahora, cuando se hace foco en la formación profesional, y principalmente, universitaria y de grado, es necesario incorporar al análisis, más ingredientes y mayor especificidad.

Los Planes de Estudio (PE) de las universidades definen el diseño curricular de un campo disciplinar, estos llevan por sí una marca que los identifica respecto a la consideración, tratamiento y valoración de múltiples saberes. Pero se advierte con frecuencia que coexiste más de un currículo. La convivencia simultánea de currículos oficiales (formal, manifiesto, prescrito, explícito), nulos (excluido, ausente) y ocultos (implícito, no escrito), conspiran contra el real y verdadero propósito de formación concebido en el PE. En el mejor de los casos, se enseñan contenidos, habilidades, capacidades y competencias de manera más o menos articuladas, pero desafortunadamente en ocasiones son abordados en forma reiterativa en diversos espacios curriculares, así como otros ameritan, por ejemplo, ser incluidos en diferentes espacios curriculares.

En este contexto, las asignaturas en las que se delega la enseñanza de la ciencia del suelo, deben establecer los acuerdos curriculares necesarios (imprescindibles), para mostrar coherencia pedagógica respecto de la inclusión del componente Cambio Climático y sus incidencias en este espacio disciplinar. Se dice “mostrar”, más allá de la cuestión escénica, significa concretar ante el alumno las articulaciones de los marcos teóricos y criterios fundamentales que construyen el todo, lejos de los esfuerzos individuales e íntimamente cerca de los consensos temáticos. Se trata de acordar en cómo exacerbar las habilidades de pensamiento de orden superior e inferior -crear, evaluar, analizar, aplicar, comprender, recordar-, estimulando al estudiante a través de diferentes estrategias (Díaz-Barriga Arceo, 2010).

Un eje fundamental para la inclusión de nuevos contenidos disciplinares asociados a los efectos del cambio climático, es la definición de los criterios que deben tenerse en cuenta para tal incorporación. En este sentido, es necesario considerar su relevancia científica, funcionalidad, pertinencia e importancia socio-cultural.

Las oportunidades de encuentro entre el cambio climático y la ciencia del suelo tienen en la corriente pedagógica del constructivismo una posibilidad. La teoría del conocimiento constructivista se basa en la dotación de las herramientas que permiten crear los propios procedimientos para resolver problemas, a través de la modificación de ideas ya instaladas, habilitando ello la continuidad del aprendizaje por parte del sujeto cognoscente. Los instrumentos con los que se realiza la construcción son los que ya posee, aquellos con los que construyó su relación con el medio que lo rodea.

Diferentes visiones consolidan el modelo de la construcción. Los referentes más destacados sostienen que se produce la construcción cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget), con otros (Vigotsky) y cuando le resulta significativo (Ausubel). Dentro de este marco pedagógico, y ante los nuevos escenarios climáticos, hay enfoques que deben fortalecerse en la formación de grado y posgrado de los profesionales que se desempeñan principalmente en los diferentes niveles de las distintas cadenas productivas, tanto como los que lo hacen en otras áreas incumbentes. Precisamente, la capacidad para la lectura y comprensión holística del entorno, interpretando el rol de los elementos participantes y las funciones que se desarrollan e identificando las variables que controlan la manifestación de los sistemas. Esta visión integradora que se pretende se adquiera a lo largo del proceso formativo tiene (o debería tener) un anclaje sólido en un proceso educativo basado, como ya se mencionara anteriormente, en el desarrollo de sus habilidades, destrezas y competencias.

Los desafíos que proponen los cambios climáticos en la enseñanza de la ciencia del suelo, deberían potenciar estos tres ejes pedagógicos, para optimizar las acciones futuras del profesional que debe satisfacer las nuevas demandas que emanen de la relación sociedad-naturaleza.



Concretamente, el saber está vinculado con las habilidades, el poder hacer con las destrezas, y la eficiencia de la conjugación de ambas, con la competencia. De otra forma: la competencia es la eficiencia con que la destreza es desarrollada según la habilidad disponible (Sacristán, 2008). Habilidad es la capacidad que se tiene para ejecutar una acción y su formación depende de las acciones, de los conocimientos y de los hábitos. Dentro de los grandes grupos de habilidades es posible destacar sintéticamente aquellas relacionadas con el desarrollo de análisis metodológicos para la solución de problemas, la planificación de proyectos en términos de objetivos, metas, recursos, costos y tiempo, y la organización y coordinación de grupos de trabajo. Es que debería perseguirse que durante el proceso de formación se alcancen las destrezas cognitivas y procedimentales, es decir, se aprenda a dominar las herramientas y también a utilizarlas. La única prueba de haber aprendido, es la verificación de dicha capacidad mediante la producción del resultado hasta entonces inalcanzable.

Los intentos para relacionar la información que se está aprendiendo con información ya conocida se pueden considerar como una de las destrezas cognitivas de aprendizaje más importante (Campanario y Otero, 2000).

El concepto de competencia, tal y como se entiende en la educación, resulta de las nuevas teorías de cognición y básicamente significa saberes de ejecución. Las competencias disciplinares, suelo, por caso, se construyen desde la lógica de las disciplinas en las que tradicionalmente se ha organizado el saber, se desarrollan en el contexto de un campo disciplinar específico y permiten un dominio más profundo de éste. Los espacios curriculares generalmente no proyectan sus contenidos hacia las destrezas, son pocas las oportunidades que se le brinda a esta parte de la formación del profesional (Puren, 2004). El proceso educativo debe contribuir a la formación de individuos capaces de hacer y de ejecutar acciones resolutivas.

Ante las múltiples y crecientes necesidades que posee la sociedad, las demandas al sector científico y académico, son cada vez mayores. Es necesario dar respuestas de manera activa, concreta, y principalmente, segura, desde la administración de los saberes.

Los diferentes escenarios que se plantean a nivel planetario en todas las disciplinas promovidos por el cambio climático, en el corto y mediano plazo, debe encontrar en la educación la fuente que provea los conocimientos para enfrentar los desafíos de manera contundente y eficaz.

Hay nuevos horizontes y la ciencia del suelo podrá hacer su aporte desde su acostumbrada y constante transformación disciplinar, la que debe ir más allá de la adaptación, diseñando más y mejores opciones para la naturaleza y el hombre.



## Bibliografía

- Altieri, 2009. El papel estratégico de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) frente a los desafíos y oportunidades para una agricultura sustentable en la América Latina y el Caribe del siglo XXI. *Agroecología* 3:87-95.
- Camapanario, JM & J Otero. 2000. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanzas de las ciencias*, (2):155-169.
- Canadell, J.G.; M.R. Raupach. 2011. Future of the terrestrial carbon sink. Richardson KS, WL Steffen, D Liverman (ed). En: *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*, pp. 90-91. Cambridge University Press. Cambridge, United Kindom.
- CEPAL. 2009. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Documentos de Apoyo. Santiago de Chile, Chile. 148 pp.
- Costanza, R; R d'Arge; R de Groot; S Farber & M Grasso. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Deschamps, JR; O Otero & EP Tonni. 2003. Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX. [http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt\\_nuevos/109\\_deschamps.pdf](http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/109_deschamps.pdf). Último acceso: 16/08/13.
- Díaz-Barriga Arceo, F. 2010. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. En: McGraw-Hill. Una interpretación constructivista. Vol 1, 2° ed México. 59 pp.
- Global Humanitarian Forum 2009. Human Impact of Climate Change. IPCC Report. Ginebra, Suiza. 117 pp.
- González Redondo, FA & RE Fernández Terán. 2004. El criterio de relevancia científica y la organización histórica por generaciones de la ciencia española. *Revista Complutense de Educación*, 15(2).
- IPCC. 1996. *Climate change 1995: Impacts, adaptations, and mitigation of climate change: Scientific-technical analyses*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kindom. 572 pp.
- IPCC. 2001. Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001. La base científica. OMM-PNUMA. Geneva, Suiza. 94 pp.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. IPCC Report. Geneva, Suiza. 18 pp.
- IPCC. 2008. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A.]. IPCC Report. Ginebra, Suiza. 104 pp.
- Jackson, MG. 2007. Learning to think differently. *Southern African Journal of Environmental Education* 24, 82-89.
- Joshi, M, E Hawkins, R Sutton, J Lowe & D Frame. 2011. Projections of when temperature change will exceed 2 [deg] C above pre-industrial levels. *Nature Climate Change*, 1 (8), 407-412.
- Lagrange, L & C Reddy. 2007. Learning of environment(s) and environment(s) of learning. *Southern African Journal of Environmental Education*, 24, 76-81.
- Martens, WJM; R Slooff & EK Jackson. 1998. El cambio climático, la salud humana y el desarrollo sostenible. *Panam Journal Public Health* 4 (2).
- Montico, S; N Di Leo; B Bonel; J Denoia & M Costanzo. 2012. Biocombustibles: vínculos entre las políticas de gestión territorial y los impactos ambientales y sociales. *Revista Ciencia, Docencia y tecnología*. Año XXIII, N° 44:197-218.
- New, M; D Liverman; H Schroeder & K Anderson. 2011. Four degrees and beyond: The potential for a global temperature increase of four degrees and its implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, 369, 6-19.
- Ortiz, R. 2008. Crop Genetic Engineering Under Global Climate Change. *Annals of Arid Zone* 47(3/4):1-12.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Section of Integrative Biology. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37:637-69.
- Puren, C. 2004. Del enfoque por tareas a la perspectiva co-accional. *Porta Linguarum. Revista Internacional de didáctica de las lenguas extranjeras*, 1: 31-36.
- Sacristán, JG. 2008. *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?*. Morata. Madrid, España. 236 pp.
- Smaglik, P. 2000. United States backs soil strategy in fight against global warming. *Nature* 406:549-550.
- St. Clair, AL. 2012. Cambio climático, incertidumbre y seguridad humana. En: Cuadernos Artesanos de Latina/30 (ed). *Controversias e incertidumbres frente al consenso científico acerca del Cambio Climático*. Sociedad Latina de Comunicación Social Comunicación. Vol 1. 1° ed. Pp123- 136. Barcelona, España. 136 pp.
- Stafford Smith, M; L Horrocks; A Harvey & C Hamilton. 2011. Rethinking adaptation for a 4°C world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 369:196-216.
- UEA. 1999. Escenarios de cambio climático para Argentina. Unidad de Investigación Climática. Norwich, Reino Unido. 6 pp.
- Zizek, S. 1999. *The ticklish subject. The absent centre of political ontology*. Verso. London, England. 449 pp.

## Capítulo 44

### Incorporación de la problemática ambiental en la universidad: el caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

María Cristina Plencovich<sup>1</sup>, Rodolfo A. Golluscio<sup>1</sup>, Marcela E. Gally<sup>1</sup> y Adriana M. Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

#### Introducción

El siglo XX acompañó a la carrera de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires –una de las más antiguas de la Argentina y de Iberoamérica- en el proceso de academización, organización y legitimación de los saberes agronómicos. La carrera de Ingeniero Agrónomo se funda en 1904 en el Instituto Superior de Agronomía y Veterinaria (Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación), donde funcionó hasta la creación de la entonces Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en 1909. A lo largo de toda su existencia la facultad debió no sólo formar profesionales, sino generar y sostener las funciones de investigación y extensión, cuestiones particularmente difíciles en las primeras décadas del siglo cuando las universidades buscaban definir su lugar en la organización nacional del país. En la unidad académica existieron desde el comienzo las tres funciones esenciales de la universidad: docencia, investigación y extensión, ya que fue una creación que se inspiró en el modelo de universidad *humboldtiana*, en el que la misión de la investigación es componente esencial de la vida universitaria y retroalimenta las demás. Durante casi todo el transcurso del siglo XX, Agronomía fue la única carrera de grado de la institución –además de la de médico veterinario que se separó al crearse la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA en la década de 1970– y experimentó los vaivenes epistemológicos, sociales, históricos y productivos de estudios particularmente sensibles al desarrollo del país. En este sentido, lo que aconteció dentro de la unidad académica respecto de las mudanzas de los estudios agrarios y la ampliación de su alcance es de algún modo representativo de la respuesta académica ante los diversos cambios que se manifestaban en el campo de la realidad agraria del país, de Iberoamérica y del contexto mundial.

La carrera de Agronomía ha recibido especial atención en la Argentina dada la importancia que históricamente han tenido y tienen las actividades agropecuarias. Esta valoración se realiza en función de las aportaciones estratégicas que realiza la cadena agroindustrial a la economía nacional, evaluadas en términos de su participación en el PBI, del volumen de exportaciones, de las contribuciones tributarias que realiza al Estado y los puestos de trabajo que esta actividad productiva genera (Obstchatko, Ganduglia, & Román, 2006), así como se basa también en la riqueza de recursos naturales que el país posee y su papel en la seguridad y soberanía alimentarias.

En las primeras décadas, la formación agronómica fue una cuestión de estado, íntimamente comprometida con el desarrollo socioeconómico del país y la construcción política y social del territorio argentino. De allí el carácter *cuasi* público de la función de los ingenieros agrónomos y veterinarios formados por la universidad como brazos del poder político y económico de las llamadas «agronomías regionales», arreglos institucionales a cargo de estos profesionales, que tenían la función de generar y diseminar el conocimiento agronómico del país (Plencovich, Costantini & Bocchicchio, 2009).

Más allá de las razones históricas vinculadas con la riqueza de los recursos naturales que fundaron la tutela de la carrera por parte del estado, su propio objeto epistemológico no resulta menor en el interés público dispensado. La producción de alimentos de origen animal y vegetal, y los procesos agroindustriales relacionados con la conservación y preservación de los recursos naturales y el ambiente, el uso y manejo de productos agroquímicos, el manejo del suelo y su conservación para futuras generaciones, la racionalidad de la empresa agrícola ganadera con un criterio sustentable en el tiempo, el espacio y el uso de los recursos, el desarrollo rural y el mejoramiento de las condiciones de vida de productores agrícolas y ganaderos, entre otras, son las capacidades de las que se apropian los ingenieros agrónomos en sus procesos formativos y resultan cuestiones clave que atañen a la sociedad en su conjunto.

La preocupación por los aspectos ambientales en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) puede ser considerada a partir de dos vías: desde los propios estudios agrarios –incorporación de elementos del cuidado del ambiente y de los recursos naturales en el campo de las ciencias agronómicas- o desde los estudios ambientales propiamente dichos. El objetivo de este capítulo es determinar de qué manera surgió la cuestión ambiental en la FAUBA y cómo se atendió a las cuestiones epistemológicas, curriculares, de investigación y extensión relativas al ambiente *vis-à-vis* el campo de los estudios agronómicos durante el período 1904-2012. Para ello, se hará una breve referencia a los desafíos institucionales que implicaron (i) la superación de los modelos curriculares cartesianos de principios del siglo XX y la introducción de la problemática ambiental y de la sustentabilidad en los sucesivos diseños curriculares de la Ingeniería Agronómica; (ii) la incorporación de lo antrópico y sus derivaciones económicas, sociales y éticas, en los estudios; (iii) el surgimiento de la Ecología como puente epistemológico entre la cuestión ambiental y la agropecuaria; (iv) la creación de la carrera de Licenciatura en Ciencias Ambientales (2003), articulada con la carrera de Agronomía en sus primeros años, un campo epistemológico de disputa entre modelos productivistas y ambientalistas, dadas las externalidades negativas que se le atribuyen a la agricultura; (v) la generación de masa crítica no sólo en docencia, sino en investigación y extensión en respuesta a dicha incorporación institucional; y (vi) la necesidad de adoptar abordajes interdisciplinarios y sistémicos para cumplir con las misiones universitarias de docencia, investigación y extensión, en vista a la nueva carrera.

## **La incorporación de la problemática ambiental y la sustentabilidad en los planes de estudio de la Facultad**

El transcurrir del siglo XX reflejó distintas posturas curriculares y ajustes al plan de estudios original de la carrera de agronomía, que desde sus inicios intentó superar en su organización los modelos cartesianos de época a fin de dar respuesta a una cuestión compleja para la universidad del momento: cómo dar cuenta de una visión de lo agronómico ampliada, que no significara la pérdida de rigor intelectual en su estudio, que sólo el conocimiento «claro y preciso» de disciplinas aisladas parecía brindar. En la actualidad, diríamos que se buscaba un abordaje interdisciplinario o al menos sistémico del problema agronómico, que en la realidad se presentaba heterogéneo y complejo. La incorporación curricular de los temas ambientales en los estudios agrarios pasó necesariamente por distintas etapas. El período que estudiamos en este capítulo se extiende desde 1904 (fecha de creación de la carrera de Agronomía de la UBA) hasta el año 2012. Se dieron en este lapso cambios institucionales y curriculares que se manifestaron en sus diferentes planes de estudio- los que se alejaron progresivamente de las primeras propuestas curriculares que presentaban asignaturas aisladas y una atomización general de los conocimientos agronómicos-. De todos modos, es importante destacar que ya desde sus comienzos la carrera contó con espacios curriculares como Agricultura General y Proyectos Agrícolas, que postulaban una visión también social, económica y antropológica de lo agrícola, más allá de las bases químicas, biológicas o físicas que lo vertebraban.

La introducción de lo antrópico en los planes de estudio de las primeras décadas del siglo XX fue realmente revolucionaria para el momento porque los primeros modelos curriculares –desde una postura racionalista y analítica- se basaban en enfoques que sobrevaloraban la objetividad matemática y la ahistoricidad de los planteos agrícolas y separaban lo humano de lo agronómico. Además, desde sus inicios los planes de estudio de la carrera de agronomía de la FAUBA ofrecieron la posibilidad de realizar trabajos integradores de investigación a través de la realización de una tesis final con la que se culminaban los estudios agrarios. Estos intentos de integración de los estudios contribuyeron muchas décadas después al tratamiento de lo agronómico desde el abordaje sistémico y a la incorporación del ambiente –de suyo un constructo (Kelly, 1955)- como objeto de estudio complejo y susceptible de enfoques interdisciplinarios o sistémicos.

Otro hito significativo dentro de la FAUBA fue la organización de la docencia y la investigación a través de la creación de institutos (1929), a partir de cátedras afines, impulsada por el Decano Pedro Marotta, que rompió la disciplinaria propia de los diseños curriculares del momento. Incluso, en la reglamentación de estos institutos, se expresa que uno de los propósitos de su existencia es «resolver problemas del sector» (Vilella, Plencovich, Ayala Torales & Bogosián, 2003). El plan de estudios era algo más que la enseñanza de conocimientos impartida en las asignaturas. Se trataba sólo de la punta del iceberg de una producción académica que abarcaba no sólo la diseminación del conocimiento (enseñanza), sino también su generación (investigación) y circulación en la sociedad (extensión).

En la década siguiente, en 1937, Marotta postula una reforma al plan de estudios que recogía propuestas formuladas en congresos nacionales e internacionales. Entre las variadas «novedades» aparece el desdoblamiento

de las Botánicas en Botánica General y Botánica Sistemática, por un lado, y Fisiología Vegetal y Fitogeografía, por otro. Esta última asignatura, incluida en el cuarto año de la carrera, incorporaba formalmente el estudio de las relaciones entre las plantas y su ambiente, desde los niveles de célula-tejido-órgano-individuo-canopeo (Fisiología) hasta los de comunidad-tipo de vegetación (Fitogeografía). Por otro lado, el cuidado de los recursos naturales, también resultó un principio reorientador de contenidos impartidos en algunas asignaturas, entre otras, en Edafología.

La década siguiente aparece signada por una preocupación del país sobre el estado de degradación de los suelos argentinos que adquiere la consistencia de políticas de estado y se refleja también en la producción y organización académica. «Hacia 1940 existe una toma de conciencia generalizada sobre el estado de degradación de los suelos, su fragilidad y las consecuencias negativas desde el punto de vista social y económico. Ello se traduce en una serie de acciones concretas que contribuyen a disminuir y controlar el proceso erosivo. En 1940, el Ministerio de Agricultura publica las normas técnicas para corregir la erosión de los suelos, preparadas por agrónomos regionales con participación y asesoramiento de la División de Suelos del Ministerio. En el mismo año y en virtud de un pedido formulado por la Cámara de Diputados se elevó al Congreso de la Nación un informe preparado por la División de Suelos del Ministerio de Agricultura sobre el estado de los suelos y los estudios necesarios para su conservación. Por esta época también se dio a conocer el mensaje y Proyecto de Ley de Conservación del Suelo enviado por el Poder Ejecutivo al Congreso de la Nación (...)» (Casas, 2002, s/p.).

La conservación de los suelos como política agraria no sólo encontraría su lugar en la asignatura Edafología dentro de la FAUBA sino que alcanzaría otras, como Manejo y Conservación de Suelos e, incluso, las actividades de investigación y extensión. En esto, es de señalar la labor pionera del Ing. Agr. Jorge S. Molina, profesor de la facultad, quien se había especializado en el campo de la microbiología del suelo. Sus investigaciones sobre procesos de descomposición de la celulosa vinculados al mejoramiento del suelo fueron aplicados en numerosos campos argentinos.

A fines de la segunda guerra mundial, se configuró el llamado paradigma de la agricultura productivista, basado en semillas de alto rendimiento (híbridos) asociadas a la aplicación de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas y sistemas de riego (Plencovich, Dreyfus, & Petit, 2009). Se trataba de un «paquete tecnológico» que acompañó a la llamada Revolución Verde, liderada por el agrónomo norteamericano Norman Borlaug (1914-2009). A través del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) -creado en México en 1943- Borlaug había duplicado la cosecha de maíz en ese país y aliviado el hambre en la India y Paquistán entre 1960 y 1965 al mutiplicar por 10 el rendimiento de las cosechas de trigo.

En la Argentina, la posibilidad de incorporación de nuevas tierras a la producción en la Región Pampeana, por ejemplo, se había prácticamente desvanecido. Restaba como alternativa aumentar el rendimiento por unidad de superficie. Para ello, había que maximizar los rendimientos y compensar la escasez -en calidad o cantidad- de los factores bióticos o abióticos de la producción a través de insumos complementarios, como fertilizantes y servicios para mejorar la eficacia del trabajo o la calidad de los suelos. El proceso tecnológico se apoyaba en tres pilares científicos básicos: la *física* (mecánica e ingeniería), que llevó a la mejora de la maquinaria agrícola, a la instalación de plantas de pasteurización y refrigeración y al perfeccionamiento de los sistemas de riego; la *biología*, que contribuyó a través del mejoramiento genético vegetal a obtener nuevas variedades de trigo y arroz, e híbridos de maíz, y la *química*, que impulsó el desarrollo de los fertilizantes sintéticos, los plaguicidas y los conservantes de alimentos. Ese modelo productivista, con su prédica de maximizar los beneficios, se puso en entredicho con las prácticas conservacionistas y el cuidado de los recursos naturales. Las tensiones entre los planteos economicistas de las llamadas *cash crops*, incluso en sus propósitos más humanitarios de producir alimentos para el mundo, y las políticas de conservación de los recursos naturales ganaron los espacios académicos y afectaron a las misiones de la universidad.

Ahora bien, en los comienzos de la década de 1960, mientras se marcaba el apogeo del modelo productivista, un proceso singular de distinta índole comenzó a perfilarse. En los Estados Unidos de Norteamérica, la aparición en 1962 del libro de Rachel Carson, *Primavera silenciosa*, trajo a primer plano la cuestión ambiental y la creación de un campo intelectual en el sentido planteado por Bourdieu (2002) de espacio social de acción e influencia en el que confluyen relaciones sociales, relativamente autónomas, fuerzas en tensión y en constante dinamismo. La posición que asumió esta científica sobre el impacto de plaguicidas y herbicidas sintéticos, abonada en más de 3 lustros de estudios sobre océanos y estuarios, dio lugar a una verdadera ética de base ambiental que planteó desafíos mundiales. En forma simultánea, hacia el final de la década, aparecieron en los países industrializados políticas que se generaron alrededor del concepto de sustentabilidad: por ejemplo, la sanción en 1969 de una ley (NEPA) en los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo fin era «crear y mantener condiciones a partir de las cuales las personas y la

naturaleza puedan existir en una armonía productiva y cumplir con los requerimientos sociales y económicos de las generaciones presentes y futuras». La creación de políticas y de arreglos institucionales y la celebración de reuniones internacionales –en especial, lideradas por aquellos países que en su momento habían comprometido seriamente la sustentabilidad de los recursos- se sucedieron durante las décadas siguientes hasta constituirse en componentes esenciales de la agenda del nuevo milenio.

El concepto de sustentabilidad fue ganando terreno y visibilidad en las agendas internacionales y nacionales a partir de la década de 1980. El informe elaborado por la Comisión Mundial de Ambiente (WCED) y otro por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (*Perspectiva ambiental hasta el año 2000 y más adelante*), dirigieron la atención sobre otra cuestión compleja: la sustentabilidad del desarrollo. Se originó el concepto de Desarrollo Rural Sostenible (DRS) que buscó sistemáticamente la conservación de los recursos naturales bajo el valor naciente de la ecología en la sociedad. En el ámbito de las ciencias agropecuarias se advierte que las cuestiones relativas a la sustentabilidad no se podían abordar desde enfoques disciplinarios solamente. Ambas problemáticas, la ambiental y la sustentabilidad, generaban cuestiones que trascendían los campos disciplinarios clásicos. La multicausalidad de los fenómenos reclamaba abordajes sistémicos para comprender mejor los efectos complejos y las interrelaciones espaciales y temporales; también apelaban a la necesidad de emplear metodologías interdisciplinarias y transdisciplinarias para el tratamiento de los problemas. Asimismo, se comenzaron a perfilar los «costos» éticos y políticos de las opciones tecnológicas que acompañaban al modelo productivo.

### **Surgimiento de la Ecología como puente epistemológico entre la cuestión ambiental y la agropecuaria**

Las cuestiones ambientales y las referidas a la sustentabilidad incidieron en forma profunda sobre la agricultura, las formas de producción y el cuidado de los recursos naturales, en medio de una creciente necesidad mundial de alimentos que mitigaran el «infierno frío del hambre» (Sutcliffe, 1997). ¿Cómo se manifestaron estos hechos capitales de la historia agronómica en los diseños curriculares de la FAUBA? El primer hito fue la temprana incorporación en la carrera de Ingeniería Agronómica de las asignaturas Ecología y Fitogeografía, en el Plan de estudios de 1969 en las orientaciones de Fitotecnia y Zootecnia, y de Fisiología Vegetal y Ecología; y en el de las orientaciones de Producción Agropecuaria y Economía Agraria. Posteriormente, en el Plan de Estudios de 1989 (plan que no contó con orientaciones), la asignatura Ecología se independizó definitivamente de la Fisiología y la Fitogeografía, y pasó a ser obligatoria para todos los estudiantes de la carrera de Agronomía. Esta modificación curricular tuvo su correlato académico e institucional más tarde en la creación de la cátedra de Ecología, que introdujo una nueva perspectiva de organización del conocimiento. Se nutrió de la Botánica, la Fisiología Vegetal y la Fitogeografía, y se constituyó como un nuevo campo científico transdisciplinario, con teorías y principios propios, y un objeto epistémico específico. Estas creaciones no se limitaron solamente a la función docente de la universidad, sino también a la generación de conocimiento apoyada por investigaciones básicas y aplicadas en fisiología vegetal y ecología, relacionadas con problemas agronómicos y con el uso sustentable de los recursos naturales. Estas investigaciones se originaron tempranamente en la FAUBA a través del grupo de investigadores liderado por el Ing. Agr. Alberto Soriano en la década de 1960.

### **Agricultura y Ambiente**

Hacia finales del siglo XX, el desencanto social con la ciencia y la tecnología llegó a generalizarse ante los problemas ambientales, sociales y económicos, los que lejos de disminuir, seguían en aumento (Soriano, 1996; Byerlee & Alex, 1998; Altieri, 2007). En la década de 1990, los accidentes agroalimentarios que se produjeron, así como las continuas crisis económicas, profundizaron la desconfianza pública en las ciencias en general y en las agropecuarias, en particular. Entre los accidentes mencionados se destacan el «mal de la vaca loca», encefalopatía espongiforme bovina (BSE), y problemas ambientales como la salinización, la desertificación, la erosión y la pérdida de nutrientes de los suelos, la disminución de agua potable de los acuíferos por su utilización para el riego o su contaminación por lixiviación de fertilizantes, la eutrofización y la contaminación de los cursos de agua, la dependencia de agroquímicos y la resistencia a los plaguicidas. Las ciencias agropecuarias sufrieron un cuestionamiento creciente a su posición como proveedoras únicas de conocimientos infalibles para dar respuesta a la identificación de los riesgos y daños generados por la aplicación de tecnologías, así como para generar nuevos tipos de conocimiento y tecnologías en condiciones particulares de uso (Brimblecombe & Pfister, 1993; Gottlieb, 1993; Sale, 1993; Shiva, 2000; Maathai, 2003).

Al filo del siglo XXI y continuando con la incorporación de contenidos ambientales en los planes de estudio de la carrera de la ingeniería agronómica, la FAUBA incorporó un espacio curricular, Impacto Ambiental en Agrosistemas, hoy ubicada en el Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, con el objetivo de «capacitar al futuro ingeniero agrónomo con una formación interdisciplinaria que le permita comprender el impacto que produce el manejo agrícola sobre la calidad del aire, del agua, del suelo, la vegetación, los animales y el hombre, relacionando estos aspectos con el costo económico y social que producen ([http://www.agro.uba.ar/carreras/agronomia/materias/imp\\_amb](http://www.agro.uba.ar/carreras/agronomia/materias/imp_amb)). Esta asignatura está a cargo de la Cátedra de Edafología, que se integra en un equipo interdisciplinario con las cátedras de Ecología, Extensión y Sociología Rurales, [Economía](#), [Fertilidad y Fertilizantes](#), Química Analítica, [Sistemas Agroalimentarios](#), [Manejo y Conservación de Suelos](#), y [Maquinaria Agrícola](#).

En el campo agronómico, las grietas que presentó el modelo productivista fueron cada vez mayores, llegando al punto de no asegurar la sustentabilidad de los sistemas en ninguna de sus tres dimensiones fundamentales: económicas, sociales y ambientales (Chiappe, 2002; IAASTD, 2009). Hacia fines del siglo XX se dieron importantes mudanzas en el sector agropecuario. Según Petrazzini (2011), se observó «una acentuada competencia internacional, el afianzamiento de la biotecnología, el surgimiento de los organismos transgénicos, los derechos de propiedad intelectual sobre organismos vivos, la aparición de sistemas productivos de precisión, la diferenciación de productos, la mayor demanda de seguridad y de servicios vinculados con los ecosistemas, así como la transformación de las unidades de producción y de la estructura del mercado» (p.13).

A partir de la noción de sustentabilidad y del cuidado del ambiente, surge el modelo de producción agroecológica, que busca una solución alternativa a la producción agropecuaria frente al modelo productivista. Según Altieri (2007) es un modelo o paradigma de producción agropecuaria alternativo que busca afianzar la soberanía alimentaria y responde a los grandes problemas que enfrenta la agricultura del siglo XX: mundialización, tratados de libre comercio, biotecnología y cultivos transgénicos, biocombustibles, cambio climático, surgimiento de la agricultura orgánica y otros. La concepción agroecológica incorpora las dimensiones sociales, económicas y ambientales a la agricultura y propone una visión más sistémica que si bien no desatiende a los componentes particulares, se centra más en las interrelaciones y emergentes que se dan en el sistema. Incluso la productividad se da en las distintas interacciones, no sólo en la maximización de la eficiencia de cada uno de sus componentes, y la disminución de la producción se produce por un desequilibrio del sistema y no sólo por sus factores limitantes.

En las carreras de agronomía la preocupación por el cuidado del ambiente y los recursos, no aparece solamente en los espacios curriculares mencionados, sino que es un contenido transversal, ubicuo, que atañe no sólo en la docencia, sino que recorre las misiones de extensión e investigación. Esto fue advertido por las carreras de agronomía del país, reunidas en AUDEAS (Asociación Universitaria de Educación Agropecuaria Superior), asociación que representa al conjunto de las unidades académicas de Ciencias Agropecuarias de la Argentina y llevó a la declaración de la ingeniería agronómica como carrera de interés público por parte del estado nacional. El texto de la Resolución N° 254/2003 del entonces Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología incluyó en la nómina del artículo 43 de la Ley de Educación Superior N° 24.521 al título de Ingeniero Agrónomo. La resolución sostiene que (la carrera) «debe ser declarada de interés público, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales planteados como actividades reservadas al título de ingeniero agrónomo: la conservación de los recursos naturales y la calidad de los alimentos (...). La conservación de los recursos naturales es una tarea específica de los profesionales de la Agronomía en coincidencia con la preocupación de toda la humanidad sobre la preservación del medio ambiente. Los cambios mejoradores en el medio agropecuario serán posibles si se cuenta con profesionales idóneos, creativos, conscientes de la responsabilidad que significa la producción de alimentos preservando el medio ambiente, lo que demanda también investigación, producción de conocimiento y transferencia de resultados a los futuros egresados, productores y sociedad en su conjunto» (Res. MECYT N° 254, 2003).

Esta declaración sólo puso de manera manifiesta la enorme responsabilidad académica de la universidad como formadora de profesionales, investigadores y agentes de extensión dentro de la especialidad agronómica, una cuestión que, según vimos, se remonta a los orígenes mismos de la carrera. También implica un formidable compromiso y la responsabilidad de brindar una formación académica de calidad. En esto, en el mismo artículo de la ley mencionada, el estado obliga a la carrera a contemplar una determinada carga horaria mínima, contenidos curriculares básicos, criterios sobre intensidad de la formación práctica y estándares de acreditación establecidos por el Ministerio Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades. Como en toda carrera de interés público, se establecen para ella contenidos básicos que no pueden faltar en las propuestas curriculares. La preocupación sobre el ambiente aparece en forma directa o indirecta en distintas áreas temáticas de los contenidos obligatorios, entre otras:

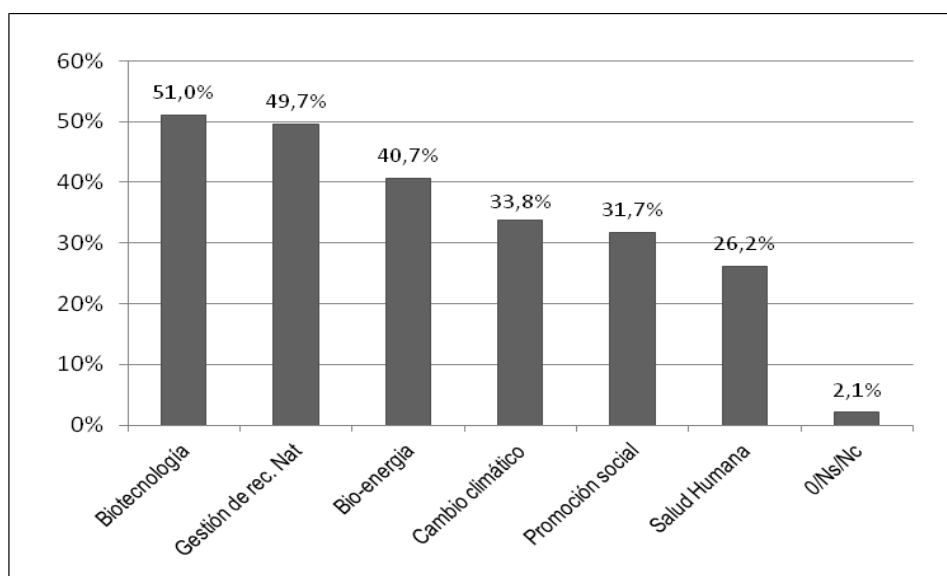
Ecología: Sustentabilidad. Indicadores y evaluación. Impacto ambiental. Ecosistemas naturales y agroecosistemas.

Sanidad vegetal: Manejo integrado sustentable.

Sistemas de Producción agrícola, Forestal y Animal: Manejo sustentable.

Ordenamiento territorial (Modificación Res. 334, Ministerio de Educación, 2012).

La presencia de lo ambiental en asignaturas específicas y como contenido transversal de la carrera es percibida explícitamente por los futuros ingenieros agrónomos. En un estudio reciente que investigó sobre los modelos de producción abordados por las carreras de agronomía de universidades públicas de la región pampeana (Petrazzini, 2011), en un cuestionario administrado a 145 alumnos de la Carrera de Agronomía de la FAUBA (66,8% de los alumnos inscriptos en una asignatura del último año de estudios), al preguntar sobre los desafíos actuales de la producción agropecuaria, el autor obtuvo los siguientes resultados (Figura 1):



**Figura 1.** Desafíos actuales de la producción agropecuaria para alumnos del último año de la carrera de Agronomía de la FAUBA (Plan 1999, n:145). Fuente: Petrazzini, 2011.

Cuando interrogó al mismo grupo de estudiantes sobre los valores, personales y profesionales, que asociaban al perfil profesional de la carrera, se dio una gran dispersión en las respuestas, que el autor agrupó en valores (i) ético-personales, (ii) relativos a la deontología profesional y (iii) aquellos que se fundan en ciertas concepciones relacionadas con el ambiente y su cuidado. Los diez valores más destacados por los estudiantes se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1):



**Tabla 1.** Valores del Ingeniero Agrónomo como profesional destacados por alumnos del último año de la carrera de Agronomía de la FAUBA (Plan 1999, n: 145). Fuente: Petrazzini, 2011.

Valores del Ing. Agr.	Frec.	%
Cuidado del ambiente	52	35,9%
Honestidad	48	33,1%
Responsabilidad	47	32,4%
Respeto	25	17,2%
Compromiso	23	15,9%
Ética	23	15,9%
Sustentabilidad	23	15,9%
Profesionalismo	19	13,1%
Compromiso social	18	12,4%
Formación permanente	15	10,3%

Por último, cuando indagó a la misma población sobre las externalidades negativas de la producción agropecuaria moderna obtuvo la mayor concentración de los puntajes en *degradación del ambiente-contaminación* (49 respuestas); *poca diversificación/monocultivo* (26 respuestas); *exclusión de pequeños productores* (21); *concentración de la producción* (T-K) (19) con igual puntaje que *uso irracional de agroquímicos* (19).

### *Creación de la carrera de Licenciatura en Ciencias Ambientales*

Las sucesivas crisis de finales del siglo XX llevaron a conceder mayor atención a las cuestiones ambientales y a los recursos naturales. La cuestión ambiental ganó ímpetu en el consorcio de las naciones y fue considerada por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (Objetivo 7) en el año 2000 por las Naciones Unidas. Los esfuerzos del momento para amenguar algunos de los efectos nocivos de los modelos productivistas se centralizaron en acciones de actores que se pueden clasificar en 4 grandes grupos (Shahvali, 2001, pp. 41-42), entre los que se ubicó la acción de las universidades: (i) esfuerzo de las *instituciones internacionales*, como las Naciones Unidas, que ponen su foco en la detección y denuncia de las crisis ambientales, a través de la publicación de manifiestos (Declaración de Río de 1992), de la celebración de acuerdos internacionales (Protocolo de Kyoto sobre gases de efecto invernadero, 1997) y de reuniones cumbre de líderes mundiales (como las celebradas en 2000); (ii) *gobiernos de las distintas naciones* que desarrollan planes de corto y largo plazo para conservar los recursos y proteger el ambiente dentro de las propias fronteras geográficas, (iii) *organizaciones no gubernamentales* que realizan acciones políticas (como por ejemplo, las de evitar la instalación de basurales con residuos atómicos), acciones prácticas (forestación de lugares públicos, como en las zonas de montañas) o actividades personales (como el paisajismo en espacios privados) que contribuyen a la conservación del patrimonio ambiental nacional o personal; (iv) *universidades e institutos de investigación* que participan en el cuidado del ambiente a través de la realización de tres categorías de actividades: educación formal o informal, asesoramiento ambiental e investigación en cuestiones ambientales.

El reto que los problemas ambientales plantean a las universidades tiene múltiples facetas, ya que se trata no sólo de ampliar la concientización sobre los problemas ambientales en las diferentes disciplinas del conocimiento, sino de dar un mayor impulso al proceso de la educación ambiental, generar nuevos conocimientos teóricos y prácticos y asegurar que estos se incorporen a programas de investigación y de formación. La responsabilidad de las universidades consiste en arraigar el saber ambiental en nuevos paradigmas del conocimiento teóricos y prácticos, que desarrollen programas de estudio que incorporen nuevas metodologías de investigación y que generen nuevas competencias profesionales para atender a los problemas ambientales (Leff, 2002).

En forma simultánea con la cuestión ambiental que interpela a todos los actores sociales con una realidad amenazadora e incierta, se da la constitución del ambiente como objeto epistémico de saberes y creencias de

diversa naturaleza –éticos, científicos, técnicos, religiosos- y la conformación de una matriz de ciencias que lo estudian: las ciencias ambientales.

Ahora bien, ¿qué ocurrió al interior de la FAUBA ante todas estas cuestiones que la interpelaban en forma directa como formadora de recursos humanos y generadora de conocimientos referidos a las ciencias agrarias? En 2002, la Facultad de Agronomía elaboró colegiadamente una propuesta de Plan de Estudios para una carrera que tuviera el ambiente como objeto epistémico. Se trataba de la Licenciatura en Ciencias Ambientales. Poco después, cuando se aprobó su creación en el seno del Consejo Superior (2003), recibió la gratificación de un sostenido aplauso: se trataba de la primera carrera ambiental de grado en la Universidad de Buenos Aires.

### **Generación de masa crítica y adopción de abordajes interdisciplinarios y sistémicos para cumplir con las misiones universitarias de docencia, investigación y extensión**

La generación de masa crítica para cumplir con las distintas misiones de la universidad siempre resulta difícil en torno de las carreras nuevas que deben competir por recursos con las que ya se encuentran en funcionamiento. En la mayoría de los casos, lo suelen hacer a partir de presupuestos que permanecen constantes. A esto se le suma el hecho de que desde un punto de vista epistemológico, en este caso concreto, las ciencias ambientales son ciencias en pleno proceso de construcción, con una tradición breve y un objeto epistémico complejo, con fronteras difusas, que apela a la interdisciplinariedad y al abordaje sistémico. En esto, quizá la carrera se haya encontrado en un campo propicio dentro de la FAUBA, dado que las ciencias agropecuarias también expresan la interdisciplina y se enriquecen a la vez de los abordajes sistémicos. De todos modos, la ubicación de esta carrera vis-à-vis los estudios agrarios constituyó un desafío especial para la institución y sus actores dado que ambas carreras pertenecen a matrices epistemológicas diferentes: una preponderantemente ingenieril y tecnológica (Ingeniería Agronómica) y otra más científica (Licenciatura en Ciencias Ambientales); además, en la Argentina la principal preocupación social sobre lo ambiental se vincula con la transgénesis, la deforestación y la pérdida de diversidad atribuidas como externalidades negativas de la agricultura, por lo cual el reto institucional que supuso la nueva carrera no fue menor. A diez años de creación de la carrera en ciencias ambientales, ambas carreras se han enriquecido en esta convivencia en las tres misiones de la universidad.

Además de la creación de la carrera en Ciencias Ambientales, la institución integró la temática ambiental en todas sus carreras de grado y pregrado. Incluso el Programa de Derechos Humanos de la Facultad –que es obligatorio para sus estudiantes- ha incorporado en su tratamiento el derecho a un ambiente sano. Hoy la facultad cuenta con líneas de investigación de diversas cátedras y áreas temáticas, que toman lo ambiental como objeto de estudio: Química Analítica, Ecología, Edafología, Manejo de Suelos, Fertilidad, Terapéutica vegetal, Forrajes, Ganadería, Manejo de Fauna y otras.

En cuanto a la divulgación, la Revista de la Facultad de Agronomía UBA (1980-2011), cambió su denominación por la de Agronomía y Ambiente. Revista de la Facultad de Agronomía UBA, cuyo objetivo es la difusión y discusión de los avances científicos, técnicos y profesionales de interés agronómico y ambiental. Su política editorial busca que los trabajos contribuyan a elevar el nivel del debate ambiental, planteando claramente los problemas y sugiriendo posibles vías de solución. Además, existe también un Portal institucional: Sustentabilidad en los Sistemas Agropecuarios y Naturales, que fue generado como un dispositivo de integración interdepartamental con participación de docentes y estudiantes en un tema socialmente relevante a través del uso de las TIC. El portal refleja la interacción de la Secretaría Académica, los Departamentos Académicos y las Unidades Tecnológicas de la Institución. Esta interacción ha producido materiales multimedia interactivos y dispositivos de simulación (<http://ced.fauga.info/ubatic/?q=node/68>).

### **Conclusiones**

La FAUBA recorrió un largo camino acompañado por las propias políticas agrarias argentinas. Desde el punto de vista curricular, se hizo cargo de los desafíos institucionales que implicaron la superación de los modelos curriculares cartesianos. A tal fin, buscó espacios de integración mucho antes de la revolución generada por la teoría general de los sistemas según la formulación de los trabajos de von Bertalanffy (1950-1968). La incorporación de lo antrópico en los planes de estudio, tuvo derivaciones económicas, sociales y éticas; que ampliaron el campo de la agricultura. También, reflejó en los diseños curriculares el surgimiento de la Ecología

como puente epistemológico entre la cuestión ambiental y la agropecuaria. Con la creación de la carrera de Licenciatura en Ciencias Ambientales (2003), articulada con la de Agronomía en sus primeros años, la institución se enriqueció a partir de la docencia, investigación y extensión de un campo epistemológico que pertenece a una matriz epistemológica diferente de la histórica de la institución. A la postre la heterogeneidad la benefició como unidad académica compleja.

Las vías para llegar a posibles articulaciones y diálogos entre la agricultura y el ambiente plantean desafíos aún no resueltos y las universidades como legitimadoras de conocimiento son las instituciones sociales quizá más aptas que otras ya que tienen margen de libertad de convocar actores heterogéneos para validar la propia construcción de conocimiento que admite diversidad intelectual y formas novedosas de considerar cuestiones vitales para la sociedad. Los diseños curriculares de las carreras que formen a los futuros profesionales de ciencias agropecuarias y ambientales no pueden quedar ajenos a estas propuestas. Las universidades tienen un compromiso ineludible con la sociedad de formar profesionales que atiendan al desarrollo de las personas y de la propia sociedad. El tema ambiental debe ser pensando como componente ineludible de las formas productivas a fin de reconciliar la seguridad y soberanía alimentarias con el cuidado del ambiente y los recursos naturales.

## Bibliografía

- Altieri, M. 2007. La agroecología como alternativa sostenible frente al modelo de agricultura industrial. *Realidad económica*. 229:75-93.
- Brimblecombe, P. & C. Pfister. 1993. *The silent countdown: Essays in European environmental history*. Springer-Verlag, Berlin.
- Bourdieu, P. 2002. *Sociología y Cultura*. Grijalbo, México.
- Byerlee, D. & G. Alex. 1998. *Strengthening national agricultural research systems: policy issues and good practice*. World Bank, Washington, DC.
- Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston.
- Casas, R. 2002. La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. En: Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo LV, Sesión Pública Extraordinaria del 12 de Julio de 2001, Entrega del Premio "Ing. Agr. Antonio J. Prego 2000", Buenos Aires.
- Chiappe, M. 2002. Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. En: Sarandón, S. (ed.). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Pp. 83-92. E.C.A, La Plata.
- Gottlieb, R. 1993. *Forcing the spring: The transformation of the American environmental movement*. Island Press, Washington DC.
- International Assessment of Agricultural Sciences and Technology for Development (IAASTD). 2009. *Global Report*. Island Press, Washington, D.C.
- Kelly, G. A. 1955. *The psychology of personal constructs*. Vols. 1 y 2. Norton, New York.
- Leff, E. 2002. *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI, México.
- Maathai, W. 2003. *Green Belt Movement: Sharing the approach and the experience*. Lantern Books, New York.
- Nash, R. 1989. *The rights of nature: A history of environmental ethics*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Obschatko, E., F. Gandulia & F. Román. 2006. *El sector Agropecuario Argentino 2000-2005*. IICA, Buenos Aires.
- Petrazzini, G. 2011. *Modelos agroproductivos y agroecológicos en la formación del ingeniero agrónomo. Análisis de la Carrera de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires*. Tesis de grado. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Plencovich, M. C., A. Costantini & A. Bocchicchio. 2009. *La educación agropecuaria: génesis y estructura*. Ciccus, Buenos Aires.
- Plencovich, M. C., F. Dreyfus, & M. Petit, (coord.) 2009. *Historical Analysis of the Effectiveness of AKST Systems in Promoting Innovation*. En: *Agriculture at the Crossroads*. Pp. 56-93. Island Press, Washington, D. C.
- Sale, K. 1993. *The green revolution: The American environmental movement, 1962-1999*. Hill & Wang, New York.
- Shahvali, M. 2001. *Changes of Environment and natural resources conservation approaches*. Abstracts of Agricultural Academic Members' Seminars, Shiraz University: 41-43.
- Shiva, V. 2000. *Stolen harvest: The hijacking of the global food supply*. South End Press, Cambridge MA.
- Soriano, A. 1996. *Agricultura sustentable*. Revista CREA 191: 72-75.
- Sutcliffe, B. 1997. *El incendio frío*. Icaria, Bilbao.
- United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) Report of the United Nations Conference on Environment and Development. 1992. Rio de Janeiro.
- Vilella, F., M.C. Plencovich, A. Ayala Torales & C. Bogosian. 2003. *La Facultad de Agronomía de la UBA ante el proceso de autoevaluación*. EFA, Buenos Aires.

## Capítulo 45

### Enseñanza de aspectos ambientales: Edafología como materia troncal e Impacto Ambiental en Agrosistemas como formación integral

Lidia Giuffré<sup>1</sup> y Silvia Ratto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Cuando un educador se enfrenta a los alumnos, las primeras preguntas que se plantean son: ¿les interesa lo que estamos tratando? ¿Estamos ofreciendo las herramientas que necesitan para enfrentar con versatilidad su profesión?

La respuesta no es sencilla, el mundo está cambiando con mucha rapidez y sería muy presuntuoso saber lo que va a venir. Humildemente, se trata de transmitir la necesidad de conocer el medio que nos rodea para trabajar por la producción de alimentos, sabiendo que la naturaleza es un tesoro a descubrir y que tiene sus reglas que debemos conocer.

La Ley de Educación Nacional 26026/2006, considera a la educación y el conocimiento como un bien público y un derecho personal y social, garantizados por el Estado. Es prioridad nacional y se constituye en una política de Estado para favorecer el desarrollo de la Nación. En su ARTÍCULO 4° introduce el concepto de *calidad de la educación*, recayendo en el Estado Nacional, las Provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, “la responsabilidad principal e indelegable de proveer una educación integral, permanente y de calidad para todos/as los/as habitantes de la Nación, garantizando la igualdad, gratuidad y equidad en el ejercicio de este derecho.

Una educación de calidad en el ámbito universitario debe encontrarse con el desafío de responder a las nuevas demandas sociales y culturales, adaptando los contenidos curriculares en forma continua para la actualización de los conocimientos.

La cátedra de Edafología, que dicta varias asignaturas de grado y posgrado, focaliza en la asignatura Edafología (para las carreras de Agronomía, Ciencias Ambientales y Diseño del Paisaje) la importancia del suelo como *buffer* ambiental, su relación con el cambio climático y con la capacidad reguladora de los suelos de acuerdo con su génesis. La asignatura Impacto Ambiental en Agrosistemas, también dictada por la cátedra de Edafología, avanza sobre aspectos aplicados como la Gestión Ambiental enfocada al desarrollo sostenible, pilar de la prosperidad económica, justicia social y calidad ambiental.

### El ambiente edáfico y el Cambio Climático

El *Cambio Climático* es un gran desafío para todos los científicos e investigadores de nuestra aldea global. El sector agropecuario es uno de los actores relevantes de esta problemática por la importancia que las labores y el uso de la tierra tienen sobre el balance de gases (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2006 y 2010) y los conceptos edafológicos deben ser enfocados para alcanzar respuestas que permitan mejorar la gestión ambiental de los suelos.

Los procesos que se producen en el suelo impactan profundamente en la calidad del aire y del agua dulce, siendo estos dos recursos, agua y aire, los que han merecido una atención más profunda en los últimos años, debido a la contaminación de napas que disminuyen el uso del recurso agua dulce y las alteraciones en la atmósfera gaseosa, teniendo como última consecuencia, el cambio climático global.

El cambio climático global es mucho más que un cambio de temperaturas, configura una revolución en el metabolismo de muchos organismos (Gian-Reto *et al*, 2002), en las proyecciones de producción agropecuaria, en los usos y costumbres de muchas poblaciones, en los territorios, por su impacto en las costas y en el comercio mundial en su conjunto, dando origen a muchas controversias.

Los aspectos edafológicos, el ciclo del carbono, la capacidad de almacenamiento de carbono y de agua y el ciclo del N, son particularmente interesantes porque hacen a la “respiración” del planeta, y por lo tanto a todo su entorno gaseoso. El suelo actúa de interfase, resultando en muchos casos un receptor calmado y silencioso, que expresa sus alteraciones a través de modificaciones en la cantidad y/o calidad de la biomasa microbiana o afectando la calidad de los vegetales que crecen en él. En situaciones extremas puede producir emanaciones gaseosas tóxicas (Ratto y Giuffré, 2005).

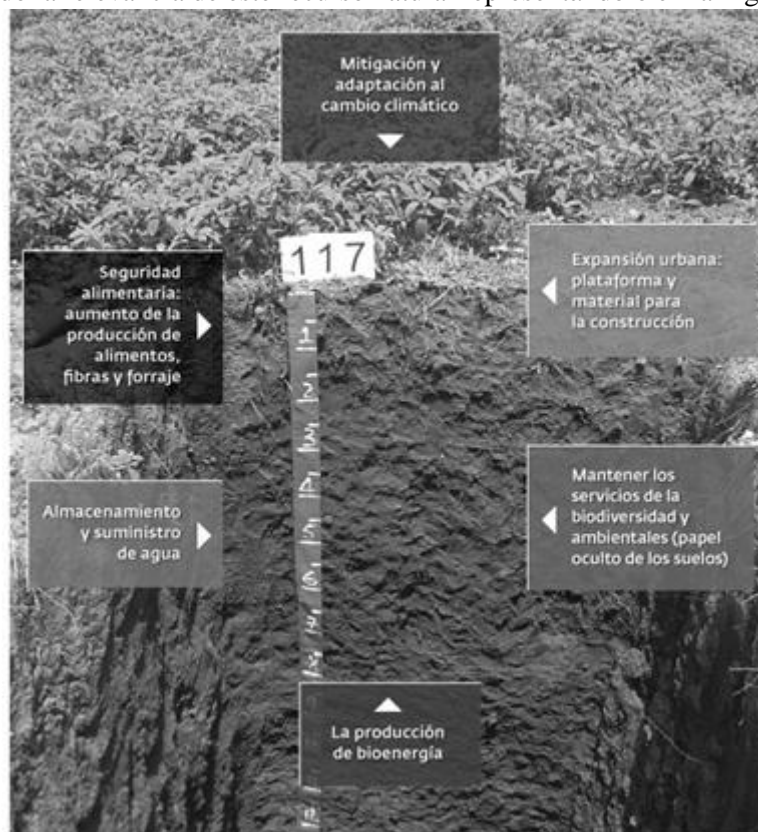
Las características del cambio global son la rapidez con que se producen estos cambios. Por ejemplo, el cambio en la concentración del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) atmosférico en espacios de tiempo tan cortos para la evolución del planeta como décadas y el hecho de que una única especie, el *Homo sapiens*, sea el motor de todos estos cambios (Duarte, 2006).

Se han identificado los principales conflictos potenciados por los impactos de Cambio Climático en el país. Entre ellos, se destacan: Desertificación, Contaminación de los recursos, Mayor frecuencia en los desastres naturales, Incremento de la vulnerabilidad social de los sectores carenciados, Reubicación de zonas productivas, Agravamiento de la inseguridad alimentaria y Refugiados ambientales (FARN, 2010).

### Toma de conciencia global y Gestión de Suelos

El suelo es la base fundamental para la provisión de alimentos, pero también es un nodo de servicios ambientales relacionados con el Cambio Climático. La FAO se ha asociado con el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea para que las organizaciones confederadas, los institutos de investigación, los donantes, las sociedades edafológicas nacionales, las universidades y las organizaciones de la sociedad civil participen en una Alianza Mundial para el Suelo, lanzada en septiembre de 2011 en la sede de la FAO, Roma. Constituye un primer paso hacia la creación de redes internacionales de expertos comprometidos en una iniciativa mundial común encaminada a mejorar el conocimiento sobre Gestión de los Suelos y la asistencia edáfica (FAO, 2011).

El establecimiento de la Alianza Mundial por el Suelo precisa de una coordinación para unificar estudios, proyectos y acciones, y ha focalizado la relevancia de este recurso natural representándolo en la Figura 1:



**Figura 1.** El recurso suelo bajo presión: funciones que se esperan del suelo en 2012 y más allá. Alianza Mundial por el Suelo, 2013.

## El carbono y el suelo agrícola

En la materia Edafología para Agronomía y Ciencias Ambientales de la FAUBA y Diseño del Paisaje (carrera conjunta con la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UBA), se estudia el ciclo del carbono edáfico.

Los organismos fotótrofos fijan carbono (C) procedente del CO<sub>2</sub> atmosférico, que pasa a formar parte de los tejidos vegetales y de microorganismos, en forma de carbono orgánico. Los organismos organótrofos utilizan estos compuestos orgánicos como alimento, y sus restos, al ser mineralizados, liberan CO<sub>2</sub> cerrando el ciclo del carbono en la biosfera.

Los restos orgánicos, desde su llegada al suelo, son descompuestos más o menos rápidamente por los organismos del suelo. De acuerdo a la calidad del residuo que ingresa, y a las condiciones ambientales y biológicas de su transformación, cambia la proporción entre la descomposición en elementos minerales y la producción de sustancias húmicas. La materia orgánica del suelo y sus procesos de descomposición, mineralización y humificación son importantes en el mantenimiento del nivel de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. La actividad biótica del suelo aporta aproximadamente  $13,5 \times 10^{10}$  Mg año<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, y se estima que la fotosíntesis consume aproximadamente  $8 \times 10^{10}$  Mg año<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Si se interrumpe el ciclo del carbono, se acumularían los residuos, el suelo se convertiría en un basural, y en consecuencia no podrían desarrollarse los vegetales superiores por falta de N e intercambio de nutrientes y dificultades en la retención del agua. La acción antrópica puede aumentar, disminuir o mantener el nivel de MOS (materia orgánica del suelo) conforme al manejo, que debe ser adecuado a cada marco ecológico (González y Conti, 2011). El suelo es uno de los grandes *reservorios* de C dentro del ciclo de C global, y en el dictado de clases se trabaja la importancia de la actividad del hombre en el balance de las entradas y las salidas de C al sistema suelo. El hombre puede afectar el estado de equilibrio del elemento, y el tiempo medio de residencia del C en el suelo se calcula por la relación entre la cantidad del nutriente almacenada en el reservorio y uno de los flujos, de entrada o de salida. El hombre, con las labores o remoción, oxigena al suelo generando una degradación más rápida de los restos orgánicos y de los compuestos carbonados estables del suelo. La utilización de enmiendas orgánicas también puede cambiar la relación de flujos. En los últimos años se han producido cambios profundos en las relaciones espaciales del uso de la tierra. En el área pampeana argentina ha aumentado el proceso de agriculturización que tiende a incrementar el estrés a que es sometido el suelo en las áreas agrícolas, acelerando los ciclos naturales, lo que determina que también las salidas del sistema sean otras y algunas veces tengan consecuencias no deseadas, tales como el aumento de nutrientes en cursos de agua (eutrofización), disipación de energía y aumento en las emisiones gaseosas (efecto invernadero). Cuando los sistemas naturales entran en régimen agrícola tienen grandes cambios en el C almacenado. El contenido de C, y por consiguiente de materia orgánica, disminuye y va acompañado de la pérdida de otros elementos (Ratto y Giuffré, 2005).

En la provincia de Misiones, Argentina, en Eutrodoxes ródicos, el descenso de materia orgánica en un suelo deforestado y dedicado al cultivo de la yerba mate con laboreo convencional fue, al cabo de 15 años, de 21%, equivalente a 20,7 Mg MO ha<sup>-1</sup>. En los primeros 10 cm las pérdidas de C orgánico fueron del 38,3% (Dalurzo, 2002). Aproximadamente un 100% del N total (Nt) sufrió transformaciones y se salió del sistema. Este Nt provoca aumentos en otros compartimentos del ciclo y de esta manera acelera las transformaciones alterando la tasa de cambio. Tanto el CO<sub>2</sub> como los gases de nitrógeno (N) producidos en el proceso, colaboran con el “efecto invernadero” por el aumento de la concentración de estos elementos en la atmósfera (Lal *et al.*, 1995). En estos ambientes las pérdidas de C y N son sensiblemente mayores que las que se producen en climas templados (hasta 10 veces mayores), por lo que las prácticas que tiendan a proteger el suelo y reciclar los residuos orgánicos son consideradas de vital importancia.

Los líderes europeos han acordado que los impactos del Cambio Climático en nuestro planeta hacen peligrar el destino de la humanidad y se han puesto de acuerdo en que no puede permitirse que las temperaturas mundiales aumenten más de 2 °C por encima de los niveles preindustriales, ya que, de hacerlo, se incrementarían enormemente en el mundo los riesgos de escasez en el suministro de agua, alimentos y catástrofes medioambientales (Comisión Europea, 2006). Esta aseveración no es compartida plenamente por los países en vías de desarrollo que acusan a los países desarrollados de importar insumos “carbono barato” de países productores de bienes primarios.



## Suelos urbanos y periurbanos

En Edafología para Diseño del Paisaje se estudian los suelos de los espacios verdes urbanos, con marcada influencia antrópica, y en Impacto Ambiental en Agrosistemas, el caso de los suelos urbanos para la planificación de huertas en asentamientos urbanos y periurbanos. Los problemas ambientales propios del crecimiento urbano son complejos: mal uso de la tierra, utilización de suelos generalmente de suelos de Clase I para el crecimiento de las ciudades, producción de gran cantidad de residuos y de gases efecto invernadero, gran consumo de agua y reducción de la biodiversidad.

Se estima que el crecimiento poblacional hasta el año 2030 ocurrirá en las ciudades, especialmente de los países menos desarrollados, y en ese año más del 60% de la población mundial vivirá en áreas urbanas.

El concepto de ciudades verdes aspira a lograr un espacio vital urbano más placentero, saludable y con menor impacto ambiental negativo. Entre sus cualidades podrían citarse la eficiencia energética y el uso de residuos, transporte limpio, arquitectura del paisaje y espacios verdes suficientes. Los espacios verdes proveen beneficios ambientales respecto al suelo, actúan como reservorios de agua y en los casos en que existe impermeabilización se produce aumento de la temperatura, lo que se denomina "isla de calor". Los suelos de los espacios verdes han sido poco estudiados, pero pueden presentar adecuadas propiedades relacionadas a la fertilidad de los mismos y a su acción como sumideros de carbono. Pouyat *et al* (2006) encontraron que los suelos urbanos de áreas residenciales tienen el potencial de secuestrar carbono, debido a que los aportes orgánicos y la falta de disturbios anuales crean condiciones favorables para incrementar el contenido neto de carbono en el suelo. Es además relevante considerar sus funciones de retención de contaminantes, impidiendo su llegada a las aguas subterráneas.

En base a determinados indicadores de sustentabilidad se presentó un *ranking* de sustentabilidad entre 17 importantes ciudades latinoamericanas. A modo de ejemplo, Curitiba se ubicó muy por encima del promedio, y Buenos Aires y Montevideo, por debajo del promedio (Arquitectura Sustentable, 2010).

En el ámbito urbano existen innovaciones interesantes en lo paisajístico, como las terrazas vegetadas y también los jardines verticales, creados por Patrick Blanc, cuya obra, sustentada en un conocimiento profundo de las ciencias naturales, da como resultado un producto innovador, bello e impactante como parte de edificios, públicos y privados, de grande o pequeña escala (Giuffré, 2011). Sus beneficios ambientales son variados con respecto al tema tratado, reducen los niveles de dióxido de carbono de la atmósfera y mejoran los niveles de oxígeno, incrementando la calidad del aire mediante el filtrado de polvo y partículas en suspensión. En la ciudad de Buenos Aires se ha promulgado una ley sobre Techos o Terrazas Verdes (Ley 4428, 2012) que fomenta su uso mediante reducciones en derechos de construcción en obras nuevas, y reducción en el importe del Alumbrado, barrido y limpieza para los propietarios de edificaciones que implementen y mantengan Techos Verdes.

## Indicadores ambientales

En el curso de grado de Impacto Ambiental en Agrosistemas se estudian los indicadores ambientales. El uso de los indicadores para monitorear los cambios ambientales se ha aceptado como una práctica indiscutible en el seguimiento de la evolución de la calidad ambiental, como una forma de asegurar la producción de alimentos en un marco de sustentabilidad y salubridad para la población. La Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas lleva a cabo un programa de trabajo para indicadores de desarrollo sustentable, el cual incluye una lista de aproximadamente 130 indicadores organizados en el marco "Presión-Estado-Respuesta". En este marco, las fuerzas conductoras representan las actividades humanas y los procesos y patrones que tienen impacto sobre el desarrollo sustentable (PNUMA, 2000).

El impacto de la agricultura en el ambiente es muy grande, y cada uno de los elementos definidos tiene efectos profundos sobre el entorno. Si se considera a la agricultura en un contexto amplio, los indicadores a utilizar provienen de distintas vertientes: social, económica, productiva y ambiental.

Los siete indicadores de calidad seleccionados por el OECD (2006) y que se consideran válidos para evaluar el ambiente como consecuencia de las actividades agropecuarias en casi todos los sistemas productivos son: la calidad del suelo, calidad del agua, la conservación de la tierra, el efecto de los gases invernadero, la vida silvestre, la biodiversidad y el paisaje.

Con referencia al efecto de gases invernadero, todas las prácticas que se están promocionando, como la regulación en la fertilización, la adopción del laboreo mínimo y los cultivos de cobertura, tienden a minimizar las pérdidas aéreas de CO<sub>2</sub> y de gases nitrogenados, cuidando de esa forma el aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera, capaces de producir efecto invernadero y el aumento de la temperatura terrestre (Giuffré *et al*, 2013).

## **Impacto de los cambios ambientales sobre la producción de alimentos**

El Cambio Climático afecta a la producción agrícola desde lo biofísico y a través de factores socio-económicos. Las modificaciones de algunas condiciones meteorológicas, como el aumento de las temperaturas, los regímenes de cambio de precipitación y el incremento de los niveles atmosféricos de dióxido de carbono, pueden afectar la producción agrícola, y serán positivos en algunos sistemas y regiones agrícolas, y negativos en otros, y estos efectos varían a través del tiempo (Parry *et al*, 2004). Los factores socio-económicos influyen en las respuestas a los cambios en la productividad de los cultivos, en la de los precios y en las ventajas comparativas. El poder unir los métodos biofísicos (funciones de rendimiento) con las variables socio-económicas, dando respuestas al productor, es uno de los objetivos del curso de Impacto Ambiental en Agrosistemas: brindar al alumno herramientas que le permitan ejercer un juicio de valor en cada situación a evaluar.

Los estudios que generan escenarios para un futuro con una mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera no son concluyentes, lo que refuerza la necesidad de formar profesionales que entiendan los cambios, se adapten y programen los cultivos más promisorios para las condiciones que se generen. Se considera que la disponibilidad de agua tendrá una importancia decisiva, por lo que se presta especial atención al manejo de este recurso (Arnell 2004), y la Edafología es una ciencia que sienta las bases para el entendimiento de los procesos de almacenamiento y cuidado del agua del suelo.

## **Herramientas de Gestión Ambiental**

Las herramientas de Gestión Ambiental constituyen un esfuerzo por parte del hombre de calificar y cuantificar los impactos que generan sus acciones en el ambiente. Son una estimación imperfecta.

### *Análisis del ciclo de vida*

El ACV (o LCA por sus siglas en inglés) es un método cuantitativo que se usa para medir la energía y los flujos de materiales asociados a las distintas etapas de la producción de un bien o servicio desde la “cuna hasta la tumba”.

Aplicado a los sistemas agropecuarios, el ACV es un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o actividad, y se efectúa identificando los materiales, la energía utilizada y las emisiones liberadas en el ambiente natural. Incluye la extracción y tratamiento de la materia prima, fabricación, transporte, distribución, uso, reciclado, reutilización y disposición final (SETAC, 1993).

El sistema agroindustrial para la obtención de biodiesel a partir de soja en Argentina para su exportación a Suiza, fue tomado como caso de aplicación de ACV en este país (Panichelli *et al*, 2008). El proceso total de producción de biodiesel a partir de soja se desglosó en cuatro fases: Fase I o agrícola, con unidad funcional kg de semilla de soja, Fase II o de extracción y refinación de aceite con unidad funcional kg de aceite, Fase III o de esterificación del aceite, con unidad funcional kg de metil-éster y Fase IV o fase de transporte y distribución en Suiza, con unidad funcional kg de metil-éster. El Inventario de la fase agrícola consideró cuatro sistemas de producción probables: sistema convencional, siembra directa y en ambos casos soja de segunda o de primera, de acuerdo a la fecha de siembra que compara luego entre sí. Debido a las categorías de impacto consideradas en este trabajo la unidad funcional utilizada para la Fase I fue el kg de soja y las entradas al proceso son: semilla de soja, kg de fertilizantes minerales, kg de pesticidas, gasto energético por uso de combustible fósil que utiliza la maquinaria y los sistemas de transporte, más el CO<sub>2</sub> biogénico fijado por el cultivo y la energía solar utilizada para llevar a cabo la fotosíntesis (biogénica). Se considera como salida del sistema las emisiones gaseosas medidas en kg de CO<sub>2</sub> y como producto el grano de soja obtenido.

**Tabla 1.** Demanda energética acumulada por unidad de proceso (MJ p/kg), Panichelli (2006).

Sistema	Locación	Unidad	DEA
Soja de Primera en Siembra Directa	ARG	MJ p/kg soja	3.14E+03
Soja de Primera en Convencional	ARG	MJ p/kg soja	7.89E+03
Soja de Segunda en Siembra Directa	ARG	MJ p/kg soja	2.96E+03
Soja de Segunda en Convencional	ARG	MJ p/kg soja	8.39E+03
Valor promedio para soja	ARG	MJ p/kg soja	4.07E+03
Aceite de soja para exportación	ARG	MJ p/kg aceite	1.18E+03
Soja procesada para exportación	ARG	MJ p/kg metil-éster	1.82E+03
Metil- éster producido en Argentina y exportado a Suiza	Suiza	MJ p/kg metil-éster	2.08E+03

Los valores relativos de emisión de CO<sub>2</sub> se toman de la tabla de GWP (Global Warming Potential) publicados en el IPCC (Panel Inter-gubernamental de Cambio Climático, 2001). El GWP es un indicador para estimar la contribución relativa al calentamiento global derivado de las emisiones a la atmósfera de gases varios, equivalentes a 1 kg de emisiones de CO<sub>2</sub>. Los gases considerados en este estudio son el CO<sub>2</sub> y el N<sub>2</sub>O (monóxido de nitrógeno, de dinitrógeno u Óxido nitroso). En este caso de producción de biocombustible se considera que tanto el CO<sub>2</sub> biogénico (proveniente de las plantas) como el proveniente del uso del combustible fósil se neutralizan con el fijado por el cultivo. Para el N<sub>2</sub>O se considera la emisión indirecta por descomposición de compuestos nitrogenados de amonio y nitratos, tanto como las emisiones directas provenientes de N. En su estudio, Panichelli (2006) calcula que la emisión de GEI, de acuerdo al IPCC, para el indicador potencial de calentamiento global (horizonte temporal de 100 años, GWP), es mayor en la etapa de producción de grano de soja y cuando se utiliza labranza convencional. Sus estimaciones de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de soja de segunda con labranza convencional son de 7,358E<sup>-1</sup> Kg CO<sub>2</sub> eq kg<sup>-1</sup> soja.

#### *Huella de Carbono*

El concepto de Huella intenta definir una forma de rastrear los impactos que la actividad humana produce en ciertas categorías del ambiente. En el caso de la Huella de Carbono, las emisiones a la atmósfera son particularmente importantes y por ello es interesante conocer el impacto generado por las emisiones al aire para productos u organizaciones.

La Huella de Carbono se ha establecido como un indicador de los impactos ambientales generados por la emisión de gases al ambiente y se relaciona con la energía utilizada para los procesos y fabricación de productos destinados a cubrir necesidades del hombre y satisfacción de su confort. Los gases de efecto invernadero (GEI's) son los gases liberados a la atmósfera capaces de limitar la salida de la radiación infrarroja al espacio favoreciendo el aumento de temperatura del planeta, con el efecto conocido como "efecto invernadero". Se responsabiliza a los GEI's del Cambio Climático, y aunque esta afirmación continúa en discusión, cada día preocupa más a las sociedades, debido a los cambios que se están produciendo en el planeta y que se relacionan con el aumento en la emisión de estos gases y el aumento de la temperatura a escala global.

Conceptualmente, el cálculo de la Huella de Carbono es sencillo:

- 1.-Se deben identificar las distintas etapas de la producción desde la obtención de la materia prima que emiten GEI's a la atmósfera.
- 2.-Una vez conocidas y medidas las emisiones de todos los GEI's en cada una de las etapas, por cálculo se transforman en valores de CO<sub>2</sub>eq.
- 3.-Se suman todas las emisiones generadas a lo largo del proceso, y ese valor es la Huella de Carbono del producto.

El IPCC toma al CO<sub>2</sub> como unidad de referencia por lo que su factor de conversión para los cálculos es 1. El equivalente de dióxido de carbono de las emisiones de otros gases se obtiene multiplicando la cantidad de emisión por el factor de conversión pertinente. Para las emisiones de metano el factor asociado es 23, para el del óxido nitroso, el factor asociado es 310, significando que la emisión de 1 kg de óxido nitroso equivale a las emisiones de

310 kg de CO<sub>2</sub> (Ratto y Giuffré, 2013). Curadelli *et al* (2011) presentaron los resultados preliminares que se han obtenido en la determinación de la Huella de Carbono de una botella de vino tinto elaborada a partir de uva proveniente de viñedos locales y con tecnología típica empleada en la provincia de Mendoza. El sistema analizado comprende la etapa agrícola y la etapa industrial para la obtención de una botella de 750 ml de vino. La primera hace referencia a la producción de uva que será la materia prima del vino, y la segunda, contempla el proceso de elaboración de vino en bodega.

La Huella de Carbono obtenida en el presente trabajo para la elaboración de una botella de vino *Cabernet Sauvignon* fue de 1,4 Kg eq de CO<sub>2</sub> total. Ese valor está compuesto por las huellas relativas a cada etapa considerada: la etapa agrícola presentó una huella de carbono de 0,8679 Kg eq de CO<sub>2</sub>, mientras que la etapa de elaboración tiene una huella de 0,531 Kg eq de CO<sub>2</sub>.

Environmental Working Group (2011), presentó un proyecto realizado por varias organizaciones que se centra en investigar con precisión la cantidad de gases involucrados en la producción de cada comida para concientizar sobre la producción de GEI relacionándola además con alimentos saludables. La cantidad de gases asignados a cada alimento involucra factores que tienen una fuerte influencia como los pesticidas y fertilizantes incluidos en la producción de cualquier alimento, el nivel de gases en el proceso productivo, y los derivados del transporte y la energía para mantenimiento hasta el momento del consumo. La carne de cordero, vaca y el queso son las comidas que más afectan el medio ambiente. Los números indican la cantidad total de gases de efectos invernadero midiendo la relación entre un kilogramo de gases de efecto invernadero y un kilogramo de comida.

**Tabla 2.** Alimentos y GEI involucrados en su producción.

<b>Alimento</b>	<b>kg GEI/kg alimento</b>	<b>Alimento</b>	<b>kg GEI/kg alimento</b>
Cordero	39,2	Arroz	2,7
Carne de vaca	27,0	Nueces	2,3
Queso	13,5	Brócoli	2,0
Cerdo	12,1	Tofu	2,0
Pollo	6,9	Leche	1,9
Huevos	4,8	Tomate	1,1
Papas	2,9	Lentejas	0,9

De acuerdo con GACGC (1995) las actividades humanas involucran de algún modo al suelo, por lo que cada individuo puede ser considerado un “actor de la tierra”. Los cambios antropogénicos producidos alteraron el flujo de elementos traza y originaron GEI, de modo que los suelos son considerados como un reservorio de polutantes y a su vez una fuente de gases atmosféricos.

La degradación de los suelos debe ser considerada tan importante como el Cambio Climático, y aunque la provisión de alimentos sea considerada el foco principal de interés del suelo, su adecuado manejo para la preservación de la biodiversidad permitirá su normal funcionamiento y su acción como reservorio de carbono.

Según Vázquez (2006), la sociedad se encuentra en las postrimerías de la era industrial, que fue sucedida por la era informática o de la información, que podría también denominarse “la era del conocimiento”. Los países que no lleven adelante el concepto de calidad en la educación, que involucra una constante actualización de los contenidos y una relación directa con las demandas de la sociedad, serán los países pobres de esta era del conocimiento.

## Bibliografía

- Alianza Mundial por el Suelo.FAO.2013. <http://www.fao.org/globalsoilpartnership/por-que-una-alianza-mundial-por-el-suelo/es/>.  
Arquitectura Sustentable. Ranking de sustentabilidad de ciudades latinoamericanas. 2010. <http://www.arqsustentable.net> .
- Arnell N W. 2004.[Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios](http://www.fao.org/globalsoilpartnership/por-que-una-alianza-mundial-por-el-suelo/es/). *Global Environmental Change*, 14(1) : 31–52
- Comisión Europea. 2006. El cambio climático: ¿qué es?. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo. 20 pp.
- Curadelli S., Civit MB., Arena AP y A Morales. 2011. Huella de Carbono de la producción de vino en el oasis norte de la provincia de Mendoza. V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE DESARROLLO Y AMBIENTE (V CISDA) , Santa Fe, Argentina.[http://fich.unl.edu.ar/CISDAV/upload/Ponencias\\_y\\_Posters/](http://fich.unl.edu.ar/CISDAV/upload/Ponencias_y_Posters/)
- Dalurzo H. 2002.Agregado de residuos orgánicos en suelos ferralíticos. Efecto sobre variables que estiman sustentabilidad.Tesis MSc. EPG-FAUBA. Buenos Aires, Argentina.
- Duarte CM. 2006. Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra CSIC: CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. Madrid, 2006.170 pp.
- Environmental Working Group. 2011 Meat eaters guide to climate change and health. Methodology. pdf. 63 pp [http://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology\\_ewg\\_meat\\_eaters\\_guide\\_to\\_health\\_and\\_climate\\_2011.pdf](http://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology_ewg_meat_eaters_guide_to_health_and_climate_2011.pdf).
- FAO. 2011. Recursos Naturales y Medio ambiente.Boletín informativo No.6, mayo 2011. 2 pp.
- FARN.2010. Foro Latinoamericano de Cambio Climático. [www.farn.org.ar](http://www.farn.org.ar)
- GACGC. 1995. World in transition: the threat to soils.German Advisory Council on Global Change. Economica Verlag, Bonn. 268 pp.
- Gian-Reto W; E Post; P Convey; A Menzel; C Parmesan; T J C Beebee; JM Fromentin; O Hoegh-Guldberg; F Bairlein. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389-395.
- Giuffré L. 2011. Edafología y Diseño del Paisaje. EDAFOLOGIA, BASES Y APLICACIONES AMBIENTALES ARGENTINAS. Marta Conti-Lidia Giuffré Editoras(603-613).
- Giuffré L, S. Ratto y R. Romaniuk. 2013. Indicadores ambientales: 21-39.En: AGROSISTEMAS: IMPACTO AMBIENTAL Y SUSTENTABILIDAD. Lidia Giuffré y Silvia Ratto (2aEd). 2013.
- González M & ME Conti. 2011. Materia Orgánica . En: EDAFOLOGIA, BASES Y APLICACIONES AMBIENTALES ARGENTINAS. Marta Conti-Lidia Giuffré Editoras..Ed Fac de Agronomía-Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.627 pp.
- Lal R, J Kimble, E Levine, C Whitman. 1995. “World Soils and Greenhouse Effect: An Overview” En Soil and Global Change Ed: R Lal, J Kimble, E Levine and B A Stewart. CRC . Lewis Publishers. Pag.1-7.
- Ley de Educación Nacional 26026. 2006. [www.scribd.com/doc/7849422/ley-deeducacion-nacional-26026](http://www.scribd.com/doc/7849422/ley-deeducacion-nacional-26026).
- Ley 4428 - Techos o Terrazas Verdes. 2012. [www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4428.htm](http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4428.htm).
- Panichelli L., A Dauriat & E.Gnansounou. 2008. Life cycle assessment of soybean-based biodiesel in Argentina for export. Int J Life Cycle Assess. DOI 10.1007/s11367-008-0050-8.
- PNUMA.2000. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Informe sobre los Indicadores Ambientales y de la Sustentabilidad en América Latina y el Caribe. UNEP/LAC-IG.XIII/Inf.4.16 pp.
- Pouyat R.V., Yesilonis I.D. and D.J. Nowak. 2006. Carbon storage by urban soils in the United States. Journal of Environmental Quality 35: 1566-1575.
- Ratto S & y L Giuffré. 2005. Los nutrientes y la calidad del ambiente. En: Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Editores: Hernán Echeverría y Fernando García . Capítulo 26. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina: 503-520.
- Ratto S. y L.Giuffré. 2013. Parámetros interconvertibles de masa y energía para nuevos instrumentos de evaluación ambiental...: AGROSISTEMAS: IMPACTO AMBIENTAL Y SUSTENTABILIDAD. Lidia Giuffré y Silvia Ratto (2aEd): 581-613.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2006. Medio Ambiente. Desarrollo Sustentable. Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible: República Argentina. 1ª ed.-Buenos Aires 180 pag.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2010. Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible.Argentina. Versión sintética. 5ta.ed. 116 pag.
- Vázquez A.M. 2008. Calidad en educación. [www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.564](http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.564)

## Capítulo 46

# Acceso a la información y comunicación para la enseñanza de la Ciencia del Suelo: Nuevas herramientas

Diego J. Cosentino

Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

### Introducción

No cabe ninguna duda que el acceso a la información y la comunicación global ha cambiado fuertemente en la última década. Para las mentes activas y curiosas es casi cotidiano acceder a internet para saber una crítica de cine o cómo se escribe correctamente una palabra o para introducirse en la práctica del Zen. Google es Dios. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo educativo se han convertido en herramientas potenciadoras y facilitadoras de los procesos de enseñanza y de los procesos de aprendizaje. Existe ya un consenso importante respecto de que las TIC facilitan el paso del aprendizaje individual al aprendizaje social y colaborativo en red, entre otras cosas. (Hernaiz, 2010).

Los chicos y jóvenes de hoy representan a las primeras generaciones que han crecido en una sociedad digital. Crecieron usando computadoras, videojuegos, iPods, cámaras de video, teléfonos celulares. Los estudiantes no solo han cambiado con respecto a los del pasado, ni se han simplemente apropiado de una nueva jerga, cambiado el estilo de la ropa, los adornos corporales o sus estilos, como ha sucedido siempre con las generaciones anteriores; sino que el surgimiento de nuevos sistemas de comunicación, caracterizados por la inmediatez, la rápida difusión global y la interactividad en tiempo real, están cambiando nuestra cultura a una gran velocidad y, en consecuencia, introducen nuevos interrogantes y desafíos en el sistema educativo (Hernaiz, 2010). Los alumnos en Ciencias del Suelo, universitarios o postuniversitarios, no escapan a este fenómeno y ya es común verlos en las aulas portando un celular como si fuera un implemento más de la clásica cartuchera.

Esta nueva revolución de la Información, es la primera revolución socioeconómica que ofrece tecnologías directamente implicadas en el proceso de aprendizaje, y por lo tanto las posibilidades a largo plazo son muy prometedoras (Valzacchi, 2003). Sin embargo, todavía parece no existir una verdadera integración entre la tecnología disponible y la educación concreta en las aulas. ¿Acaso no podríamos seguir adelante simplemente con una tiza y un pizarrón? A opinión de Valzacchi (2003) la incorporación de tecnología en los sistemas educativos no pasa solamente por sumar aparatos electrónicos sino es darles un sentido superador produciendo un verdadero cambio reacomodando las propias estructuras del docente.

Los estudiantes nativos digitales están acostumbrados a recibir información muy rápido. Les gusta realizar en paralelo múltiples tareas, prefieren ver imágenes antes que libros de texto, optan por el acceso al azar a la información –como en los hipertextos–, trabajan mejor cuando están interconectados y disfrutan de los trabajos planteados como juegos (Hernaiz, 2010). Estas características facilitan la tarea para que la tecnología, la conectividad, el contenido, y los recursos humanos conformen un entorno de aprendizaje de características altamente dinámicas y participativas.

Enseñar con nuevas tecnologías de la información y de la comunicación hoy significa incluirlas no solo como un complemento en laboratorios o gabinetes informáticos, sino también integrarlas realmente en todas las áreas curriculares con fines específicos. Para cada programa, materia y contenido, el docente puede diseñar y desarrollar actividades con las TIC para lograr que los estudiantes se transformen en operadores habilidosos, sean capaces de acceder a recursos actualizados y puedan actuar como verdaderos realizadores, creadores y productores (Hernaiz, 2010). Esto no significa que el docente deja de lado los logros obtenidos con las metodologías tradicionales; por el contrario, lo importante para él es poder amalgamar esas propuestas pedagógicas ya existentes, esas tecnologíaspreciadas como los libros de texto, las tizas, los pizarrones, el video, la música, las clases expositivas, en una relación integrada con las nuevas tecnologías de la comunicación y la información. Con la riqueza y el atractivo de

sus capacidades, el docente logrará cautivar al alumno incorporándolo de manera activa, participativa y colaborativa a la nueva propuesta de aula.

Pese a lo impactante y auspicioso que parece ser la integración de las TIC en la educación a nivel primario, medio y terciario, el problema de la conectividad e Internet en un vasto territorio como el de la Argentina, es un auténtico desafío (Costantini, Plencovich, 2011). Esto golpea más fuertemente las ciencias relacionadas con lo agropecuario, como son las Ciencias del Suelo, en las escuelas primarias y medias rurales. Las escuelas más aisladas no cuentan con Internet a pesar que son las que más necesitan de la comunicación y de la presencia de lo social en su entorno. Aún en el corazón productivo agropecuario argentino, fuente importante de divisas, es escaso el desenvolvimiento de las TIC. Ni la conectividad ni la tecnología son componentes suficientes para facilitar nuevas formas de apropiación del conocimiento. La formación docente es importante para incorporar los medios a nuevos modos de concebir las prácticas pedagógicas, las formas de aprendizaje y el lugar del conocimiento (Costantini, Plencovich, 2011).

## Medios de información y comunicación

Actualmente son muy variadas las maneras y los soportes para conseguir información o poder interactuar con otras personas basándose en medios digitales con un fin educativo. La base de todas ellas es internet, red abierta, aunque también hay herramientas informáticas que pueden ser usadas en redes cerradas (Intranets), pero por lo general tienen más limitantes y son menos ricas en conectividad y acceso a la información.

### *Sistemas unidireccionales*

Páginas WEB estáticas. Es aquella modalidad en la que un *webmaster* edita los contenidos en la computadora y los publica en la red mediante FTP (file transfer protocol) a través de archivos .html. El webmaster controla enteramente la página WEB y debe tener conocimientos de edición y de transferencia de contenidos entre servidores locales y remotos.

Las páginas web estáticas o que no requieren actualización muy frecuente son el medio gratuito más utilizado en la Ciencia del Suelo para acceder a la información. Dominan la escena las páginas de las asociaciones científicas del mundo o de muchas universidades que brindan información sobre contenidos básicos en suelos (tanto para nivel terciario como para escuelas técnicas o para el público en general), cursos, congresos, opiniones de los generadores de contenidos (científicos que vulgarizan su ciencia), publicaciones científicas abiertas, etc.

Por ejemplo:

[www.suelos.org.ar](http://www.suelos.org.ar)

página de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

[www.soils.org](http://www.soils.org)

página de la Soil Science Society of America

<http://soilweb.landfood.ubc.ca/promo/>

universidades canadienses

página educativa hecha en conjunto por grupos de investigación de 7

[www.soils4teachers.org/](http://www.soils4teachers.org/)  
para educación en suelos.

página derivada de la Soil Science Society of America específica

<http://doctordirt.org/>

página educativa sobre suelos para niños (en inglés)

<http://www.womeninsoils.org/>

Association of Women Soil Scientists

<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/>

Alianza Mundial del Suelo (FAO)

<http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/>

European Soil Portal

Páginas WEB dinámicas. Para prescindir de conocimientos más profundos en edición de páginas WEB y así posibilitar a cualquier persona el manejo de un sitio WEB, es que se crearon los sistemas dinámicos o de “Gestión



de contenidos” (CMS). La actualización de contenidos puede hacerse simplemente cargando el nuevo contenido multimedia mediante planillas estandarizadas. La estética de la página WEB está pensada para contener “bloques” de información multimedia.

Independientemente de si la información se maneja con gestores de contenidos, estos sistemas tienen poca interacción con los usuarios, están pensados para “bajar” información. Casi toda la reacción del usuario se canaliza a través de correos electrónicos situados en general en la pestaña “contacto” dirigidas al webmaster o gestor de la página.

### *Tecnologías colaborativas en educación*

Las Wikis. Esta tecnología no está pensada para contenidos que requieran actualización frecuente sino para aquellos que van creciendo a través de las clases, tal como podría crecer una enciclopedia. Las wikis permiten editar las páginas de la web a través de formularios con un código de formateo más simple que el HTML.

Es una forma compartida de creación, intercambio y revisión de información en la web, que puede hacerse de manera fácil y automática. Básicamente, es un entorno web organizado mediante una estructura hipertextual de páginas que pueden ser visitadas, editadas y modificadas por cualquier persona. Parte del principio de construcción colaborativa del conocimiento a través de una aplicación web para añadir información y editar la existente (Cataldi y Lage, 2006). La idea es que el conocimiento está en crecimiento constante, nunca está terminado por completo y permite democratizarlo, sin preocupación por la autoría. El acceso y la edición son libres, por lo que cualquiera puede crear y modificar la información.

Las Wiki son una muy buena opción pedagógica para realizar actividades educativas, ya que como explica Mariana Maggio (2012), se pueden generar propuestas que los alumnos puedan integrar en las Wiki a partir de la reconstrucción de las mismas en un sentido didáctico. En la actualidad los documentos Web, como lo es el ejemplo de las Wiki, crean tendencias y cuando éstas configuran los usos de los niños y los jóvenes, es importante que los educadores las reconozcan y se preocupen por entenderlas a partir de su exploración. Para Maggio (2012), “un proyecto didáctico maravilloso puede ser, cuando el tema lo justifique, generar contenidos para Wikipedia o revisar los publicados allí: entender el tema de un modo profundo, verificar los contenidos, transparentar y discutir los criterios, ampliar lo publicado, ofrecer versiones y especificaciones de alto valor local” (es.wikipedia.org).

Una wiki también puede ser un espacio usado para seguimiento individual de los alumnos, donde ellos puedan crear sus proyectos independientemente y el profesor pueda intervenir guiando y corrigiendo. Permite la creación de documentos en un lenguaje simple de marcas utilizando un navegador web. Generalmente no se hacen revisiones previas antes de aceptar las modificaciones y la mayoría de las wikis están abiertas. Los participantes pueden trabajar juntos en páginas web, para añadir o modificar su contenido. Las versiones antiguas nunca se eliminan y pueden restaurarse. Se puede seleccionar diferentes tipos de wiki; profesor, grupo, alumno (es.wikipedia.org).

Así como los blogs suelen tener un editor que escribe noticias y comentarios y donde los visitantes solamente pueden dejar comentarios, las wikis están abiertas a que todos participen, amplíen y modifiquen sus páginas ya que, su principio básico es que todo el mundo puede aportar nuevo contenido a un sitio. La naturaleza abierta de un wiki, tanto por su tecnología como por su estructura de participación, se presta especialmente a tareas en las que los aspectos estructurales o problemáticos no son conocidos desde el principio.

Un ejemplo de una wiki importante es Wikipedia, enciclopedia de libre acceso y abierta, desarrollada colectivamente. Ofrece a los estudiantes una enciclopedia donde ellos mismos pueden hacer sus aportes resultando en una tarea muy interesante para ser propuesta por los profesores.

El contenido sobre suelos en Wikipedia parece haber surgido de la buena voluntad de investigadores en suelo con un “espíritu wiki”. Debería ser un objetivo concreto que los investigadores argentinos en suelos, aporten al conocimiento de su ciencia en Wikipedia. Siempre recordando sus cinco pilares: 1, Wikipedia es una enciclopedia y todos los esfuerzos deben ir en ese sentido. 2, todos los artículos deben estar redactados desde un punto de vista neutral. 3, el objetivo es construir una enciclopedia de contenido libre, por lo que en ningún caso se admite material con derechos de autor sin el permiso correspondiente. 4, Wikipedia sigue unas normas de etiqueta que deben respetarse. 5, debes ser valiente editando páginas, aunque siempre usando el sentido común.

Las otras wikis en Ciencia del Suelo están construidas mayoritariamente en las universidades. No he encontrado wikis específicas cuyo tema sea el suelo en Argentina. Sin duda es un espacio a explorar.

Un ejemplo de wiki sobre pedología, con contenidos, exámenes, quizzes, etc. es [http://www.thefullwiki.org/Pedology %28soil\\_study%29](http://www.thefullwiki.org/Pedology_%28soil_study%29)




Los weblog . Los Sistemas dinámicos o de gestión de contenidos (CMS) mencionados anteriormente, recurren a la utilización de bases de datos para permitir que la actualización de los contenidos publicados en la web pueda hacerse mediante formularios que renuevan las plantillas estandarizadas. Además, ofrecen servicios complementarios muy diversos, desde foros de discusión hasta gestión de usuarios. Dentro de este sistema [se pueden encontrar los weblogs que siguen la metáfora de cuaderno de notas o bitácora](#).

Un blog es un sitio web en el que uno o varios autores publican cronológicamente textos o artículos donde el autor conserva siempre la libertad de dejar publicado lo que crea pertinente y donde suele ser habitual que los propios lectores participen activamente a través de sus comentarios. Un blog puede servir para publicar ideas propias y opiniones sobre diversos temas (es.wikipedia.org). Los términos ingleses blog y web blog provienen de las palabras web y log ('log' en inglés = diario). El web blog es una publicación en línea, de historias publicadas con una periodicidad muy alta que son presentadas en orden cronológico inverso, es decir, lo último que se ha publicado es lo primero que aparece en la pantalla. Es muy frecuente que los weblogs dispongan de una lista de enlaces a otros weblogs, a páginas para ampliar información, citar fuentes o hacer notar que se continúa con un tema que empezó otro weblog. También suelen disponer de un sistema de comentarios que permiten a los lectores establecer una conversación con el autor y entre ellos acerca de lo publicado.

Un weblog es un sitio que un docente puede crear para llevar a cabo trabajos colaborativos puesto que los estudiantes que acceden a él consiguen escribir opiniones sobre los temas publicados favoreciendo el intercambio de ideas, testimonios y teorías entre ellos. El docente puede escribir apuntes nuevos y los estudiantes pueden agregar nuevos comentarios a través de una estructura que es cronológica. Es un medio de expresión hipertextual basado en la gestión de contenidos que permite realizar enlaces con otros sitios integrando elementos multimedia con facilidad de uso y lo más importante: es gratuito.

Es posible incluir enlaces a contenidos externos a otros blogs y organizar la información por temática, por lo que su uso se centra fundamentalmente en los sistemas universitarios ya que permiten construir el conocimiento al alumno alrededor de las asignaturas y al docente plantear actividades de enseñanza a través de estrategias, tales como el WebQuest. De este modo permite la construcción colectiva y compartida del conocimiento. Ya que la creación de un weblog es libre, tanto los docentes como los estudiantes pueden implementarla y darle usos diversos. Es posible que el profesor exponga a sus estudiantes los contenidos, los cronogramas, los resultados de los exámenes, así como también podrá utilizarlos de manera personal para llevar a cabo reflexiones y comentarios sobre sus clases, etc. El estudiante, por otra parte, podrá utilizarlo en forma personal como cuaderno de clase, o bien de manera grupal para proyectar los trabajos.

Son varios los sitios que permiten crear Blogs gratuitos, entre ellos: [Wordpress](#) : uno de los más conocidos, actualmente aloja más de 1.322.953 blogs. Otro es [Blogger](#): un servicio ofrecido por Google. También existe Blogspot.es. Totalmente en español. Finalmente Tumblr ([www.tumblr.com](http://www.tumblr.com)) es un sitio de microblogs que permite seguir lo que opinan o postean otras personas en cualquier blog.

Ejemplos de blogs dedicados al suelo

- [www.madrimasd.org/blogs/universo](http://www.madrimasd.org/blogs/universo) dirigido por un investigador español Juan José Ibáñez.
- [soil-environment.blogspot.com.ar/](http://soil-environment.blogspot.com.ar/) Soil and Environment weblog.
- [www.soilassociation.org/blogs](http://www.soilassociation.org/blogs) Soil Association's organic bloggers.
- Blog australiano para hacer más accesible la Ciencia del Suelo
- <http://blogs.egu.eu/gsoil/> blog de la European Geosciences Union

Cursos masivos en línea y abiertos. Los MOOC (Massive online open courses) son excelentes herramientas para igualar las posibilidades de acceso a la educación para cualquier persona ya que no supone barreras de distancia a centros educativos, aulas, etc. ni barreras económicas (o mínimas).

Este tipo de medios está lejos de ser simplemente archivos “colgados” en internet con diapositivas o imágenes, o en el mejor de los casos, diapositivas con audios explicativos, sino que tienen una estructura de curso similar a la presencial. Se debe inscribir en ellos, tomarlos en un período específico, con intervalos, evaluaciones, certificados y metas específicas.

Un excelente ejemplo de cursos online gratuitos es <https://www.coursera.org/>, que es en una plataforma apoyada por numerosas universidades de prestigio (Yale, Princeton, Michigan, Penn). Ofrece cursos de muchas disciplinas, lamentablemente todavía no hay ninguno relacionado con la Ciencia del Suelo. La mayoría que ofrece internet son cursos pagos.

Las listas de correos. Es quizás la herramienta de información electrónica con más años ya que se creó concomitantemente con la popularización del correo electrónico. Tiene la ventaja de que todo el mundo puede participar fácilmente ya que el email es casi indispensable hoy en día. Son muy útiles para multiplicar información y noticias o conseguir resolver problemas gracias a la experiencia de otros, o generar debates, lo cual siempre es positivo. Sin embargo, dependen mucho del moderador de la lista de correo ya que si no sabe hacer su trabajo, las discusiones tienden a irse del tema central de la lista, se puede filtrar publicidad indeseada o haber un exceso de emails que termina saturando las casillas y la paciencia de la gente y así perder sus suscriptores, y finalmente disolverse la lista.

Les aconsejo la lista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (<http://listas.agro.uba.ar/listinfo/lisaacs>) o la lista de l'Association Française pour l'Etude des Sols (AFES), en francés ([groupes.renater.fr/wws/info/sols-afes](http://groupes.renater.fr/wws/info/sols-afes)).

Las WebQuest. Son definidas como un aprendizaje por descubrimiento guiado a un proceso de trabajo desarrollado por alumnos utilizando los recursos de Internet. Consisten en presentarle al alumnado un problema con un conjunto de recursos preestablecidos por el autor de la misma, evitando así la navegación simple y sin rumbo de los estudiantes en la WWW. Las WebQuest son utilizadas como recurso didáctico por los profesores, puesto que permiten el desarrollo de habilidades de manejo de información y el desarrollo de competencias relacionadas con la sociedad de la información.

Las Webquest presentan dos caras, por un lado la limitación de basarse en selecciones de materiales revisados previamente por el profesor, y por otro lado la búsqueda de información novedosa en la web. La habilidad del alumno para encontrar y validar información es especialmente significativa en entornos de información en flujo permanente, tales como la web.

Los WebQuest se construyen fácilmente en Internet con sitios específicos como [webquest.carm.es/](http://webquest.carm.es/), o en Argentina <http://www.webquest.org.ar/>.

Para suelos:

- <http://zunal.com/webquest.php?w=130971> sobre el perfil y la formación del suelo (en inglés)
- <http://www.mofb.org/WebQuest/SaveOurSoil.aspx> sobre conservación de suelos (en inglés)



RSS En cualquier página web de noticias, podrán ver, en general arriba y a la derecha, varios íconos que acceden típicamente a Facebook, Twitter, Google+ y a RSS. Éste último, quizás el menos popular, es una herramienta que sirve para simplificar el acceso a la información específica, sus siglas derivan del inglés Really Simple Syndication (Redifusión realmente simple). En lugar de suscribirse a cada foro, página web de noticias, etc., el usuario con un simple lector RSS baja los contenidos que ha elegido cada vez que éstos se actualizan o modifican sin tener que acceder a cada página web.

Este tipo de servicio permite a los docentes estar conectados con el material disperso en Internet y poder actualizarse automáticamente. En educación, los archivos RSS pueden utilizarse, en forma combinada con otros recursos, para agrupar noticias sobre investigación, temas de aprendizaje, empleos, nuevas publicaciones, trabajos científicos, etc. de forma muy efectiva y en general para todo aquello que sea de naturaleza dinámica. Para una

audiencia en particular, los archivos RSS son buenos recursos informativos, que permiten crear una nueva generación de portales para estudiantes y profesores permitiéndoles un acceso más fácil a los avances en sus áreas de interés (Cataldi y Lage, 2006).

Para utilizar el RSS se necesita un lector de RSS, un programa pequeño, sencillo y gratuito, como es el Google Reader, o el Feed Reader o el Feedly (para tablets), entre muchos otros.

### *Entornos virtuales de aprendizaje (e-learning)*

Un aula virtual o e-learning es una plataforma o programa informático que integra muchas herramientas o aplicaciones para explotar al máximo la interacción docente – alumno (aunque alumno-alumno también se desarrolla) y el aprovechamiento de medios digitales de información y comunicación. Es la evolución de la educación a distancia que ha madurado y se ha distinguido de ella.

Se los llama también LMS (Learning Management System), o plataforma virtual, y posee aplicaciones tanto sincrónicas como asincrónicas, que facilitan la gestión y desarrollo de los cursos en un entorno virtual de aprendizaje. Asincrónicas como el email, las listas de correo: exclusiva para los alumnos de un curso, los foros de discusión, la cartelera, audio o video grabado por el tutor. Sincrónicas como el Chat, las pizarras compartidas, las aplicaciones compartidas que dan la posibilidad de que el tutor y los alumnos compartan la ejecución de un mismo programa y sus respectivos archivos, las audioconferencias, las videoconferencias (envío de audio/video desde el entorno del profesor hacia los alumnos con la posibilidad de preguntar por parte de éstos), etc. Como se ve, el entorno virtual no es simplemente un curso a distancia, sino un espacio integral de aprendizaje que cuenta con un aula virtual, un escritorio virtual, una zona de biblioteca con documentos y programas y utilidades para bajarse y finalmente un espacio de gestión para poder seguir la evolución del alumno, sus estadísticas, etc.

Algunas redes internas de universidades ofrecen este servicio a sus cátedras y también se encuentran plataformas gratuitas en internet.

<http://www.uned.es/catedraunesco-ead/plataformas.htm> guía de entornos virtuales y plataformas para educación.

### *Redes Sociales como fuentes de información*

La base conceptual de las redes sociales es la igualdad entre pares. Todos tenemos el mismo espacio y la misma visibilidad. Esto es muy atractivo ya que cada miembro es el centro de una esfera infinita, democrática y libre. El gran éxito de las redes sociales tiene que ver con ello.

Las redes sociales son herramientas diseñadas para la creación de espacios que promuevan o faciliten la conformación de comunidades e instancias de intercambio social (Cobo y Romaní, 2007). Las redes sociales fomentan la posibilidad de estrechar vínculos desconocidos y dispersos, crear un espacio para compartir conocimiento. Se pueden convertir así en una herramienta didáctica muy útil para los estudiantes y profesores de Ciencias del Suelo.

Actualmente es difícil pensar en una enseñanza basada únicamente en la lección magistral, según el modelo vertical. El profesor ha dejado de ser el orador sagrado, dispensador único de la ciencia (Santamaría, 2005). El aprendizaje se considera una actividad social donde el estudiante no aprende sólo del profesor y/o del libro de texto ni sólo en el aula, aprende también a partir de muchos otros agentes: los medios de comunicación, sus compañeros, la sociedad en general, etc. Evidentemente el desarrollo de internet como plataforma gratuita y libre ha hecho que la educación haya sido uno de los procesos más beneficiados.



Facebook. Facebook, la red social más popular y con mayor alcance mundial se ha convertido en una poderosa herramienta de comunicación. En diciembre de 2013 contaba con 1230 millones de usuarios activos. No sólo empresas comerciales tienen su presencia en Facebook como estrategias para lograr visibilidad, publicidad y comunicación, sino ONG sin fines de lucro, instituciones educativas, gubernamentales, etc. El efecto multiplicador de esta red es impresionante, si una página de fans tiene 400 “me gusta” y cada una de esas personas que se han hecho fans de la página tiene una media de 130 amigos, sus publicaciones o anuncios podrían llegar a más de

50.000 personas. Además, la transmisión del conocimiento se realiza “entre conocidos”, lo que le da mucho más valor a esa recomendación.

Buenos ejemplos del uso de Facebook como herramientas de comunicación en suelos son:

- Soil Science Australia <https://www.facebook.com/groups/288612608931/>
- British Society of Soil Science [https://www.facebook.com/BritishSoilScience#\\_=\\_](https://www.facebook.com/BritishSoilScience#_=_)
- El suelo para niños (Soils for kids)
- Sociedad española de la Ciencia del Suelo <https://www.facebook.com/pages/Sociedad-Espa%C3%B1ola-de-la-Ciencia-del-Suelo-SECS/520355281338822>
- Sociedad Uruguaya de Ciencia del Suelo <https://www.facebook.com/sociedaduruguayadecienciadelsuelo.sucs>



Twitter. La idea de esta red es muy sencilla, usar texto plano para comunicar una idea con 140 caracteres. Estos mensajes se llaman tweets (tuits).

El párrafo anterior tiene menos de 140 caracteres con sus espacios y puede dar una información concreta, rápida y trascendente y llevar al lector a otras informaciones o fotos o videos si el usuario está interesado en la idea (por medio de links). Esta es una de las fuerzas de Twitter. La otra es la capacidad de tener la red social en los teléfonos inteligentes, o no tanto, ya que exigen muy pocos recursos debido al uso del texto plano. Hoy ya se ha modernizado y se puede acompañar la idea con pequeñas fotos o videos. Lo interesante de “seguir” a otro usuario para poder ver lo que escribe, es tener la comunicación al instante, actualizada. Leí un tuit que decía “En Facebook a una mujer se le dice bella por sus fotos. En Twitter una mujer es bella por sus ideas”, dejando en claro el estilo de herramienta de cada uno.

Twitter, que tiene actualmente 241 millones de usuarios activos, es aprovechado por funcionarios, personalidades del arte o de la farándula, presidentes, Papas!, etc. para dar una opinión sobre temas actuales. Pero también es aprovechado por instituciones para dar una voz oficial. En las ciencias agrícolas y también en la Ciencias del Suelo cada vez más usuarios se suman a esta red. Las instituciones vinculadas a la investigación en Suelos, utilizan Twitter para divulgar información fresca que acaba de salir de los experimentos, teniendo así un atractivo extra ya que no es necesario ir a buscar la información sino esperarla directamente en nuestro celular o computadora personal.

Algunos ejemplos de usuarios de Twitter relacionados con la Ciencia del Suelo son:

@intaargentina	INTA
@INTAMsJuarez	sobre el INTA Marcos Juárez
@AACSSuelo	Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo
@shiftsoil	sobre la remediación de suelos
@aapresid	Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa
@ASA_CSSA_SSSA	3 sociedades científicas americanas con 11.000 miembros, la American Society of Agronomy, Crop Science Society of America y la Soil Science Society of America
@martiansoil	acerca del suelo marciano
@carbonsoil	sobre el ciclo del carbono



LinkedIn. Es una red orientada hacia los negocios, principalmente para profesionales. En marzo de 2013, disponía de más de 200 millones de usuarios registrados, de más de 200 países, que abarcan todas las empresas de la lista de la revista Fortune de las 500 mayores empresas estadounidenses (Wikipedia). El mecanismo de la red es similar a otras en cuanto a que se van enlazando los contactos con invitaciones de conocidos que se

expanden con el tiempo. Pese a que el principal uso parece ser el de encontrar puestos de trabajo o encontrar oportunidades de negocio recomendados por alguien de la red de contactos, me parecieron muy interesantes los debates científicos de los grupos de discusión entre profesionales. Un buen ejemplo de esto es el grupo de la IUSS - International Union of Soil Sciences. Allí encontré muy buenos debates sobre, por ejemplo, “Soil Security”, “Soil water retention data - Methods and procedures survey”, “Soil Education, “Could IUSS provide a platform for a university level Soil science course if those of us with time and experience contribute in a Wiki type format?”.

### *Sumideros de contenidos*

Algunos sitios en Internet o aplicaciones se han hecho muy populares por su infinita capacidad de almacenar información de forma gratuita. Correos electrónicos, videos, fotos, sonidos, discusiones, canciones o simplemente información personal de cualquier tipo (documentos, fotos, planillas, etc.). Algunos incentivan la interacción entre usuarios (como si fueran redes sociales) como Flickr o Instagram, ambos especialmente pensados para guardar o compartir fotografías, o Vimeo para compartir videos. Otros son más unidireccionales, como Youtube para videos o grandes bases de datos con gran información gratuita y disponible.



Youtube . Uno de los servicios más importantes que brinda este sitio en internet es poder compartir videos y películas con todo el mundo. Es muy popular gracias a la posibilidad de alojar videos personales de manera sencilla. Lo interesante desde un punto de vista de la enseñanza, es que no sólo se pueden almacenar videos educativos o informativos directamente en el sitio de youtube, sino que los videos almacenados en youtube pueden ser insertados en cualquier otra herramienta como blogs, páginas webs, foros, wikis, etc. Así economizaremos mucho espacio de nuestros servidores depositando contenidos en los servidores de Youtube.

Basta buscar dentro de Youtube con las palabras “Soil Science” para encontrar mucho material de suelos como conferencias de congresos, experimentos sencillos con suelos, recomendaciones para muestrear y analizar suelos o simplemente presentaciones de instituciones.

Otra herramienta muy interesante basada en Youtube que he descubierto muy recientemente es la TED Ed Lessons Worth Sharing (<http://ed.ted.com/>), hecha por los que crearon las famosas conferencias TED. De una manera muy simple, se pueden crear clases con videos, crear cuestionarios de preguntas asociadas, tener respuestas modelos, dar links para profundizar la información, hacer un seguimiento del alumno y finalmente compartir la clase con todo el mundo. Por ahora hay tres clases relacionadas con el suelo, una de ellas versa sobre el lombricompost.

Bases de datos. Instituciones importantes a nivel mundial como la FAO o las naciones Unidas, tienen portales con mucha información disponible, como ser- Global Land Use Systems, sobre el uso de la tierra (<http://www.fao.org/nr/lada/index.php?LUS-LADA-MAPS.html>) o FAO Geonetwork Opensource portal (<http://www.fao.org/geonetwork/>) que provee acceso a mapas interactivos, imágenes satelitales y otras bases de datos relacionadas.

## **Conclusiones**

Muchos investigadores coinciden en los grandes beneficios que puede tener el uso de herramientas informáticas tanto para el alumno como para el docente (Carreras Plaza, 2003). Así, los alumnos tienen mucha mayor interacción con sus pares, asumen un rol más activo y se automotivan, y se construye el aprendizaje gracias a una gestión sencilla y rápida del conocimiento. Para el docente también tiene beneficios ya que se colabora más entre los pares y se consolida la relación docente y alumno, se tiene un sistema de publicación rápida, se contacta al alumno con la tecnología y el aprendizaje, se accede a la actualización de contenidos fácilmente, se gestionan las discusiones eficientemente y se pueden armar bases de datos de la materia.

A pesar de que internet no es una novedad y está muy presente en nuestras vidas cotidianas, y que son evidentes los beneficios de aplicar herramientas informáticas en el aprendizaje de las Ciencias del Suelo, todavía es escasa la generación de contenidos argentinos en suelos y la aplicación en las instituciones académicas. La información existente en inglés es muy superior a la encontrada en español, en Ciencias del Suelo, pero no es todavía abrumadora y faltan contenidos multimedia para ser aplicados a aulas virtuales. En lo inmediato, se puede tener un

alto impacto en el acercamiento a la información sobre los suelos a las escuelas técnicas rurales gracias a las TIC, siempre que se pueda solucionar primero el acceso a computadoras e internet, vagón de cola frente a otras numerosas necesidades.

Si la tendencia al incremento del uso cotidiano y la incorporación de la tecnología en todos los ámbitos de nuestra vida continúa, y si como algunos futurólogos afirman que la educación será, dentro de 50 años, muy personalizada y con un menú a la carta para cada estudiante (Asimov, 1989), dejando de ser el profesor el encargado de dar la información, la creación de contenidos pedagógicos en suelos fruto de cada experiencia científica deberá ser indispensable.



## Bibliografía

- Asimov, Isaac. 1989. La receta del Tiranosaurio. (Vol I Nuestro futuro). Edit Prometheus Books, Nueva York, 323 p.
- Cataldi, Zulma y Fernando J. Lage. 2006. Nuevas herramientas informáticas y sus implicancias pedagógicas para la construcción colectiva y compartida del conocimiento en la red. 4º Simposio Argentino de Sociedad de la Información 2006 – SSI.
- Costantini A. O. y M. C. Plencovich. 2011. “Claroscuros de la educación rural” en Educación, Ruralidad y Territorio, Plencovich M.C y A. O. Costantini eds. Fundación Centro de Integración, Comunicación y Sociedad CICUS. Buenos Aires 320 p.
- Cobo Romani, C.; Pardo Kuklinski, H. (2007). "Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food" [en línea]. Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flasco México. Barcelona / México
- DF. E-book de acceso gratuito. Versión 0.1 /Septiembre de 2007. [20-01-2008] Web oficial del libro: <http://www.planetaweb2.net/> en SIMO, Madrid, 12 de noviembre. 2003.
- Hernaiz I. 2010. “Las Nuevas Tecnologías y la Calidad Educativa. El desafío de la equidad” en V Foro Latinoamericano de Educación: metas educativas 2021 : propuestas iberoamericanas y análisis nacional . - 1a ed. - Marchesi, Álvaro Editor. Buenos Aires: Santillana.
- J. J. Carreras Plaza: *Weblogs y Educación*. Aulas con software. SIMO'04. Coloquio sobre educación y TIC
- Maggio M. 2012. “Los nuevos entornos y sus posibilidades” en: “Enriquecer la enseñanza. Los Ambientes con Alta Disposición Tecnológica como Oportunidad”. Paidós. Argentina.
- Santamaría González, F. (2005): "Herramientas colaborativas para la enseñanza usando tecnologías web: [weblogs](#), wikis, redes sociales y web 2.0"[en línea] [http://desarrollo.uces.edu.ar:8180/dspace/bitstream/123456789/597/1/Herramientas\\_colaborativas\\_web.2.pdf](http://desarrollo.uces.edu.ar:8180/dspace/bitstream/123456789/597/1/Herramientas_colaborativas_web.2.pdf)
- Valzacchi, J. R. 2003. “Internet y educación: aprendiendo y enseñando en los espacios virtuales” Jorge Rey Valzacchi, editor. p.; cm. - (INTERAMER Digital; 73). III. Series: Colección INTERAMER / INTERAMER Collection; 73. LB1044.87.I6.



**Carla Pascale Medina**  
**[cpasca@minagri.gob.ar](mailto:cpasca@minagri.gob.ar)**

**Mercedes Zubillaga**  
**[mzubilla@agro.uba.ar](mailto:mzubilla@agro.uba.ar)**

**Miguel A. Taboada**  
**[taboada.miguel@inta.gob.ar](mailto:taboada.miguel@inta.gob.ar)**