

Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015, Año Internacional de los Suelos (AIS2015)

Boost momentum and outreach of Soil Science in 2015, International Year of Soils (IYS2015)

SARA ALCALDE APARICIO

Área de Edafología y Química Agrícola. Dpto. Ingeniería y Ciencias Agrarias. E.S.T.I.A. Avda. de Portugal, 41. Universidad de León. 24071 León. E-mail: salca@unileon.es.

Resumen En 2015 se celebra el Año Internacional de los Suelos (AIS2015). En este marco, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es la encargada de lanzar, coordinar, desarrollar y difundir la plataforma de impulso de este evento. En esta campaña se recogen multitud de iniciativas y se realizan actividades para divulgar el conocimiento del suelo y concienciar sobre la necesidad de protección y el uso racional de este recurso. Estas propuestas pueden ser de gran interés en la enseñanza del suelo que es un recurso tan desconocido como imprescindible. La finalidad de este trabajo es dar a conocer la gran cantidad de herramientas y recursos que han surgido de las distintas iniciativas coordinadas desde las organizaciones participantes. Para ello, se han seleccionado y recopilado algunos de los materiales más interesantes y didácticos. Finalmente, se sugiere una serie de actividades para acercar la Ciencia del Suelo a la comunidad educativa de una forma atractiva.

Palabras clave: AIS2015, Edafología, recursos didácticos, suelos, divulgación y concienciación.

Abstract 2015 is the International Year of Soils (IYS2015). During this year the Food and Agricultural Organization (FAO) is in charge of launching, coordinating and developing the diffusion platform. This campaign brings together many initiatives and activities. They are all undertaken to disseminate soil knowledge, to raise awareness of soil protection and to promote the rational use of this natural resource. They may be of great interest to improve teaching about the soil, which is sometimes as unknown as essential. The purpose of this paper is to present in a quick review the large number of tools, resources and materials that have emerged from a variety of initiatives coordinated by the participating organizations. Some of the most interesting educational materials have been selected and compiled. Finally, a number of activities are suggested to make Soil Science more appealing for the educational community.

Keywords: IYS2015, Soil Science, educational resources, soils, divulgation and awareness.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso indispensable para el ser humano pero, al mismo tiempo, es un gran desconocido en nuestra sociedad. Desde diversos ámbitos científicos se reclama la necesidad de su puesta en valor. El suelo es considerado uno de los recursos más olvidados, a pesar de ser indispensable para la vida. Esta reclamación se torna aún más reivindicativa durante el año 2015, Año Internacional de los Suelos (AIS2015), dedicado a la difusión de la Ciencia del Suelo. Por ello, a modo de impulso y con un motivo fuertemente justificado, se pretende concienciar de la necesidad de conocer los suelos, haciendo uso de todas las herramientas

disponibles y tratando de introducir algunas nuevas que se han lanzado recientemente con motivo de esta conmemoración. La necesidad de difundir el conocimiento edafológico, en las aulas y también fuera de ellas, requiere la participación activa en esta iniciativa del colectivo docente de materias relacionadas con la Enseñanza en Ciencias de la Tierra (ECT).

En concreto, para que la sociedad sea consciente de que los suelos existen, son vulnerables y hay que protegerlos, es necesario empezar por la educación desde las fases iniciales. En este contexto, los suelos deberían ser tratados fuera del enfoque clásico, dentro de un marco teórico bastante desarrollado. Las programaciones de las materias de

Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato deberían incluir en el currículo la concepción del suelo de forma transversal. Los planes educativos deberían promover el desarrollo de actividades y jornadas conmemorativas en las que el suelo sea el protagonista. En resumen, se debería ir más allá de los restrictivos bloques temáticos dedicados al suelo dentro del sistema Tierra, donde se trata de forma somera el concepto de suelo y toda la temática relacionada con el mismo. Las propuestas curriculares que incluyen el suelo deberían avanzar en el conocimiento básico de sus funciones, servicios, problemática y amenazas como elementos clave.

Este trabajo tiene como finalidad principal contribuir a la promoción del suelo y a su acercamiento tanto al público general como al profesorado-alumnado de Ciencias de la Tierra. Además, pretende facilitar la labor docente de la enseñanza del suelo en el marco actual de la ECT. Para ello, se presenta un gran volumen de recursos generados desde las distintas plataformas que colaboran actualmente en el ALS2015. Esta recopilación incluye nuevas herramientas, materiales y recursos, así como ideas proactivas, actividades formativas y otras divulgativas.

El gran desconocido. ¿Qué es el suelo?

La respuesta a esta pregunta introductoria y obligada en el aula puede ser “suelo” con origen proveniente del latín “*solum*”, cuyo significado etimológico estricto es piso. O, alternativamente, de las raíces de origen griego, “*edaphos*”=suelos y “*pedon*”=suelo o tierra. La conflictiva polisemia lleva a adoptar una acepción vulgar y simplista que engloba todo aquello que tenemos debajo de nuestros pies. Muchas de las respuestas a la anterior cuestión vienen concatenadas por otra que desvela la confusión existente entre dos términos ambiguos: ¿suelo es tierra? Pues bien, esa cuestión aparentemente simple se torna dificultosa cuando la respuesta viene dada por una definición tradicional de cualquiera de los manuales de referencia en materia de suelos, como la que ya recoge Duchaufour (1975). Desde el inicio de la Ciencia del Suelo se han incorporado multitud de definiciones que han ido modificándose a lo largo de los años a medida que se ha avanzado en su conocimiento, conceptos recopilados eficazmente de forma cronológica en Porta *et al.* (2003).

En cualquier caso, suelo es un concepto complejo que suele transmitirse a partir de varias definiciones clave, más o menos complejas, como la que se recoge en la entrada *Soil* de la Enciclopedia de la Ciencia del Suelo (Chesworth, 2008) o las referencias al concepto que se hacen en el manual *Soil Taxonomy* (SSS, 1999), guía de la clasificación y taxonomía de suelos americana, o su equivalente en el ámbito internacional conocido como Base de referencia mundial del recurso suelo (FAO, 2006).

A continuación se mencionan dos acepciones del término suelo (*soil*) procedentes del glosario americano de términos de referencia de la *Soil Science Society of America* (SSA, 2008): (i) es el material mineral u orgánico no consolidado en la superficie de la corteza terrestre que sirve de medio natural para el crecimiento de las plantas (Fig.

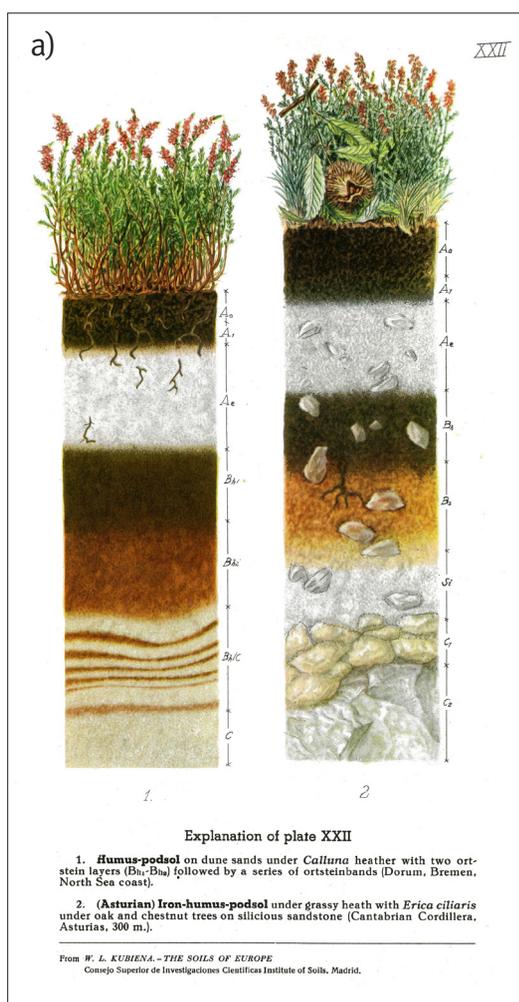


Fig. 1. a) Ejemplo de una de las miniaturas de la acuarela 22 del Prof. Kubiëna. Perfiles correspondientes a dos podzoles: 1. Humus-podsol (Bremen, Alemania) y 2. (Asturian) Iron-humus-podsol (Cordillera Cantábrica, 300 m, Asturias) Fuente: ICA, CSIC. b) Perfil de un Leptosol (Leptosol úmbrico-húmico/Humic Dystrocherept) aprovechando un corte natural (Foto propia). c) Perfil de un Regosol (Regosol húmico-ortodístico/Typic Xerofluvent) que se ha descrito haciendo una calicata de más de 1,5 m de profundidad (Foto propia).



1). (ii) es un cuerpo natural que consiste en capas, horizontes del suelo, compuestas de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo combinado con el clima, la topografía, los organismos vivos (flora, fauna y ser humano), los materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

Alternativamente, se puede partir del significado tradicional del suelo como el medio natural para el crecimiento de las plantas. Ahora bien, introducir un concepto de tal magnitud en unas pocas líneas puede resultar escaso y simplista. Una definición muy concisa de suelo supone obviar la complejidad intrínseca del mismo. En otras ocasiones para suplir esta deficiencia es necesario desgajar el término tratando de hacer referencia a su origen, su organización, su morfología, los componentes y propiedades que lo caracterizan, los factores y procesos que intervienen en su formación. De igual modo ocurre con las definiciones otorgadas a la Ciencia del Suelo. Entre las distintas posibilidades se suele recurrir a la *ciencia que estudia el suelo como recurso natural en la superficie de la Tierra incluyendo su formación, su clasificación y cartografía, sus características, su composición química, su biología, su fertilidad y todo lo relacionado con el uso y la gestión del suelo*. Normalmente, estas definiciones introductorias se abordan así en la enseñanza tradicional de la Edafología y, como resultado, los conceptos resultan muy densos.

Hacia un concepto sistémico y una visión integral

No obstante, ante las múltiples definiciones conceptuales más o menos simples, no se puede olvidar otra serie de sinergias que también deben desgajarse en la definición de este complejo término: *el suelo es un componente esencial de la "Tierra" y de los "Ecosistemas"*. El suelo debe englobarse como parte indispensable de un todo más amplio abarcando consideraciones de tipo social y económico. Tampoco hay que olvidar la problemática ambiental a la que se enfrenta, así como los retos sociales que esta implica. Para ello, es necesario acercarse al ente suelo bajo un planteamiento sistémico, como menciona Díaz-Fierros (2011). Las aproximaciones al concepto de suelo considerado como un continuo bajo la denominación sistémica de Edafosfera y, alternativamente, el suelo como individuo las discuten Ibáñez y García-Álvarez (1991).

Fig. 2. Infografía de los factores y procesos de formación del suelo y la diversidad a nivel mundial (Fuente: FAO, 2015). La formación del suelo es un proceso largo y complejo. Para formarse sólo 1 cm de suelo es necesario miles de años de interacción entre la geología, la topografía, el clima y la vegetación. El perfil del suelo contiene la historia de su formación.



El suelo debe conocerse como un sistema natural dinámico y diverso en continua interacción con la litosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera. Por otro lado, el concepto sistémico del suelo implica tres características fundamentales: *complejidad, dinamismo y permeabilidad* (Jordán, 2006). La complejidad radica en la multitud y diversidad de componentes que integran el suelo, fuertemente relacionados entre sí, en continua transformación y evolución. El dinamismo hace referencia a que el suelo adquiere progresivamente sus propiedades por la acción combinada del medio. Por último, teniendo en cuenta que el suelo es un sistema abierto, su permeabilidad repercute en la mayor o menor facilidad de degradación.

Como consecuencia de todo esto, el suelo es muy sensible a los cambios; puede degradarse con facilidad e, incluso, desaparecer. Para evitar su degradación es necesario poner en práctica una serie de medidas de conservación y protección, teniendo en cuenta las relaciones entre sus componentes y la productividad de los mismos, así como los diferentes aspectos socio-ambientales que pueden afectarles. La integración de todos los elementos mencionados permite una gestión adecuada del sistema suelo. Desde esta perspectiva, la conservación, la mejora y la gestión de los suelos es uno de los grandes retos y oportunidades al que enfrentamos en el siglo 21 (Needelman, 2013).

Enfoque actual en la Enseñanza de Ciencias de la Tierra

En casi todas las etapas educativas de ESO y Bachillerato se aborda el tema del estudio del suelo. Sin embargo, existe una cierta desconexión entre algunos de los contenidos que figuran en los currículos de secundaria, en los que se pasa de una mera mención muy simplista de lo que es un concepto básico, a la introducción de conceptos complejos que necesitan mayor maduración. Este es el caso de los factores y procesos de formación (Fig. 2) o los tipos de suelos en relación a su distribución mundial aludiendo a diferentes clasificaciones. El principal déficit que se observa en los currículos está relacionado con la ausencia de contenidos específicos que se refieran a la importancia del suelo: funciones y servicios que brinda.

En primer lugar, existen algunas discrepancias conceptuales, pues el concepto suelo puede introducirse desde diferentes perspectivas. Los enfoques posibles son tantos como disciplinas científicas básicas han contribuido al conocimiento edafológico históricamente, por lo que resulta complejo acordar una definición generalista. Algunas de las orientaciones más comunes se recogen a continuación a) Visión geológica: *el suelo es la capa superficial disgregada y de espesor variable que recubre la corteza terrestre procedente de la meteorización física y química de la roca preexistente*. b) Visión ecológica: *el suelo es una interfase, pues está constituido por componentes de todas las capas terrestres, atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera. Es un sistema en equilibrio dinámico con el entorno*. c) Visión agrobiológica: *el suelo sirve de asiento a la vegetación, de la que depende la agricultura, que es la base de la subsistencia hu-*

mana, y de la existencia de vida en la Tierra, ya que hace posible el reciclado de la materia en los demás ecosistemas terrestres. La solución ante esta ruptura conceptual puede radicar en contemplar el suelo no sólo a través visiones desvinculadas y aisladas, sino mediante una única visión multidisciplinaria en la que se conecten los aspectos básicos de todos los enfoques de la forma más sintética posible y comprensible a distintos niveles.

Adicionalmente, la introducción de otro concepto general explicativo en el currículo de los niveles iniciales de secundaria es el de *Edafología como Ciencia del Suelo*. Tradicionalmente dentro de esta ciencia se hacía referencia a dos ramas de estudio: la Edafología y la Pedología. Aunque existen matices relevantes entre ambas, en la actualidad esta dualidad terminológica se ha resuelto con la adopción generalizada del primer término que ha absorbido al segundo quedando este prácticamente en desuso.

La terminología en esta materia suele ser bastante poco intuitiva para el alumnado y resulta interesante facilitar su comprensión haciendo referencia a la concepción epistemológica, la historia y el origen de esta joven ciencia, como sugiere Díaz-Fierros (2011). De hecho, Rebollo *et al.* (2005) sugieren la existencia de un paralelismo con las visiones científicas multidisciplinarias iniciales, ya que, la comprensión de muchas de las dificultades de aprendizaje del alumnado está ligada a verdaderos obstáculos epistemológicos.

Por otro lado, existe una coincidencia generalizada en el desarrollo teórico clásico que sigue un orden de desarrollo bastante lógico: *Concepto y generalidades, Factores y procesos de formación, Evolución y dinámica, Estructura, Composición, Características edáficas, Tipos de suelos y Clasificación* (Fig.2). Estos contenidos se abordan en las asignaturas que incluyen el concepto suelo, aunque otros pasan desapercibidos o se difuminan dentro del amplio currículo.

Muchos de los contenidos básicos mencionados coinciden con los expresados en el documento para la alfabetización en Ciencias de la Tierra que proponen Pedrinaci *et al.* (2013). En este documento se sugiere la transmisión de ideas a través de un enfoque holístico, es decir, enfocando la Tierra como un sistema complejo, abierto y dinámico, en el que se establecen múltiples interacciones y sinergias entre sus componentes. Aunque entre estos componentes no se alude particularmente al subsistema suelo como tal o, como interfase, ni tampoco a la Edafosfera, sí se hace referencia a la idea de que *El suelo es un recurso tan importante como frágil, no renovable a escala humana y que se ha formado lentamente a partir de la meteorización de los materiales superficiales* (Fig. 3). También se menciona en los descriptores de las ideas clave la importancia de los suelos en la agricultura: *El suelo es esencial para diversos organismos y para la humanidad, constituyendo el sustento de la agricultura*. Puesto que los contenidos tradicionales no abordan en profundidad la importancia del suelo para el desarrollo de actividades agrícolas que proporcionan alimentos, ni la interconexión existente con otro tipo de funciones (económicas, sociales

o culturales). El documento de alfabetización en Ciencias de la Tierra da la pauta del nuevo y necesario enfoque.

En los últimos años, en niveles educativos superiores de Bachillerato y en la enseñanza universitaria, en ocasiones se introducen contenidos más específicos, como son la *importancia de conservación del suelo, su restauración y rehabilitación* (Fig.3b), *los riesgos, amenazas e impactos sobre el mismo* (Fig. 3d) o *la degradación y contaminación de los suelos* (Fig. 3c). Este último se suele centrar en la *problemática de la erosión* (Fig.3a) y *desertización* y, más recientemente, se incorpora la *desertificación*.



Fig. 3. El suelo proporciona infinitas funciones y servicios. Es el soporte para la vida, no es renovable y a veces, es atacado y destruido por la acción antrópica. a) Evidencias de fuerte erosión hídrica (remontante) en cárcavas por malas prácticas agrícolas. b) Estado de degradación de un suelo de llanura aluvial por actividades extractivas. c) Suelo de poca profundidad, de color pardo oscuro y con gran contenido de materia orgánica (horizonte húmico). d) Aspecto de un suelo tras un incendio forestal en el que las propiedades edáficas son fuertemente alteradas. (Fotos propias).

Existen varias publicaciones que presentan experiencias didácticas sobre el suelo como, por ejemplo, Molera y Llitjós (1995), Vila *et al.* (2001), Ortiz *et al.* (2008) o Hernández *et al.* (2010). El alcance de estas experiencias requiere incluirlas en un contexto más global y relacionado con la sostenibilidad. Domínguez *et al.* (2005) sugieren que cualquier desarrollo de capacidades y actitudes positivas hacia la conservación de ecosistemas terrestres pasa por el conocimiento del suelo desde la secundaria. La incorporación curricular de la problemática y uso sostenible del suelo han sido abordados por Herrero *et al.* (2000) dentro de una propuesta metodológica más amplia para la materia de CTMA de Bachillerato. Así mismo, Reyes-Sánchez (2006, 2012) aborda, con experiencias realizadas en las aulas, la necesidad de incluir la enseñanza del suelo en todos los niveles educativos preuniversitarios para garantizar la sustentabilidad del recurso.

AIS 2015: UNA VISIÓN GENERAL

Desde hace años y desde distintos ámbitos relacionados con la Ciencia del Suelo se ha reclamado paliar la laguna de conocimiento sobre el suelo que existe en nuestra sociedad. Los eventos de difusión del suelo son escasos. El estudio del suelo es complicado y, en muchas ocasiones, se muestra como árido o duro, resultando poco atractivo. No se llega a la sociedad y, consecuentemente, se infravalora y se desconoce el recurso.

¿Qué es el AIS 2015 y quien lo coordina?

El año 2015 fue declarado como el Año Internacional de los Suelos (AIS 2015) o *International Year of Soils (IYS 2015)* en la 68ª sesión de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) mediante resolución única (A/RES/68/232) [<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/68/232>].

En la misma asamblea se declaró también el 5 de diciembre como el Día Mundial del Suelo (DMS) o *World Soil Day (WSD)*, celebrado por

primera vez en el año 2014, con diversos actos conmemorativos. Las temáticas aprobadas fueron respectivamente: “*Los suelos, cimiento para la agricultura familiar*” y “*Los Suelos, una base sólida para la vida*”. Los materiales de estas campañas pueden descargarse libre y gratuitamente en el sitio web de la Alianza Mundial por el Suelo (AMS), conocido como *Global Soil Partnership (GSP)*: [<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/dia-mundial-del-suelo/es/>]. La temática de la seguridad alimentaria fue abordada en la pasada edición del DMS en el 2014, en la que se hace referencia al origen de los alimentos: “*Donde nace el alimento*”-“*Where food begins*” (Fig. 4b).

La FAO es el organismo internacional encargado de llevar a cabo y coordinar las acciones de este año, en el marco de la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) y en colaboración con los diferentes gobiernos y con la secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). Toda la información acerca de esta declaración internacional está disponible en el portal que la FAO-ONU ha elaborado específicamente [<http://www.fao.org/soils-2015/es/>].

Además de los gobiernos de todos los estados miembros, las organizaciones regionales e internacionales competentes, las organizaciones no gubernamentales, el sector privado y otros interesados son invitados a que hagan contribuciones voluntarias para promover y garantizar el desarrollo de actividades durante el Día Mundial y el AIS 2015.

En España, la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS) es la encargada de coordinar todas las actividades, propuestas y líneas de actuación con motivo del AIS2015 [http://www.secs.com.es/?page_id=445]. Estas se han desarrollado a través del Proyecto SECS2015 (Fig. 4a), en colaboración con organismos públicos de educación e investigación. En total, se han coordinado y realizado más de 22 acciones y se han organizado multitud de actos.

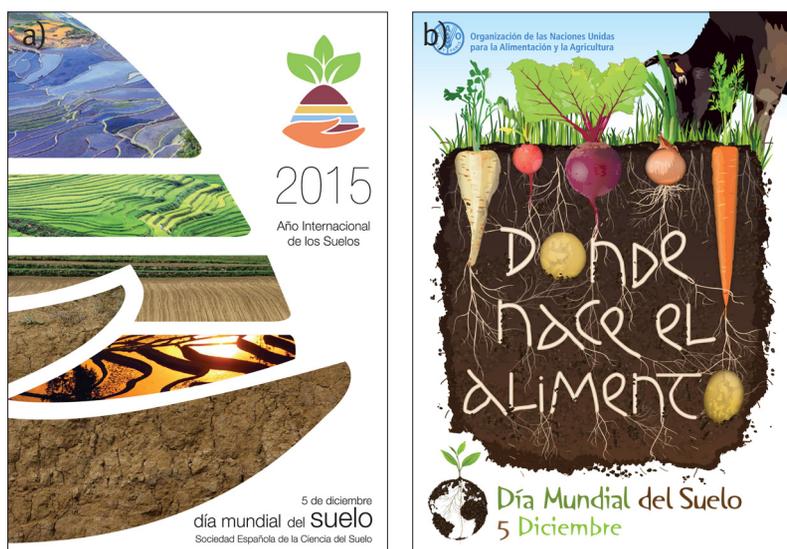
¿Para qué se declara?

El AIS2015 tiene como objetivo básico difundir la profunda importancia del suelo para el desarrollo de la vida, aumentar la concienciación y la comprensión de la importancia del suelo para la seguridad alimentaria y dar a conocer las funciones ecosistémicas esenciales que este presta (FAO, 2015).

Entre otros aspectos, mediante la declaración del AIS2015 y del DMS se pone de manifiesto la necesidad urgente de crear conciencia en todos los niveles de la población; se destaca la importancia de una buena ordenación de la tierra que mejore la vida rural; se invita a una gestión sostenible de los suelos para garantizar el desarrollo agrícola; se hace hincapié en la promoción y fomento de una gestión sostenible de los suelos para satisfacer necesidades futuras; y se enfatiza el ritmo en el que se están degradando los suelos y la necesidad de su protección ante las innumerables presiones antrópicas.

Concretamente, se enuncian una serie de objetivos a alcanzar por el AIS2015, que se resumen en seis enunciados básicos. En líneas generales, se

Fig. 4. a) Cartel promocional diseñado dentro de una de las iniciativas del Proyecto SECS2015 donde se ve el logotipo diseñado para el AIS2015. Fuente: SECS, 2015. b) Pancarta divulgativa del mensaje “Donde nace el alimento” con el logo de la campaña del Día Mundial del Suelo (DMS). Fuente: GSP, 2014.



busca que los tomadores de decisiones y la sociedad en general valoren el papel fundamental de los suelos para la producción de alimentos o en la mitigación y adaptación al cambio climático. Asimismo, busca impulsar políticas públicas y acciones eficaces para el manejo sostenible y la protección de los suelos; promover inversiones en actividades de manejo agronómico para desarrollar y mantener suelos saludables; así como promover una mejora de la capacidad para la recopilación de información sobre el suelo y la supervisión a todos los niveles (mundial, regional y nacional).

Para lograr estas metas, se cuenta con la incorporación de los últimos avances e información científica disponible, siendo enmarcado dentro del gran reto global del desarrollo sostenible, que es uno de los hilos conductores de estas acciones, junto con otros grandes términos como la seguridad alimentaria, la mitigación del cambio climático, el desarrollo rural, la erradicación de la pobreza y la lucha contra la degradación, entre otros.

Líneas conductoras

De la declaración anteriormente mencionada surgen distintas líneas de acción relacionadas directa o indirectamente con conceptos básicos: 1) *Funciones y servicios que prestan los suelos* (Fig.5); 2) *Amenazas y riesgos de degradación de los suelos* (Fig.6); 3) *Protección y conservación del recurso* (Fig. 6). Estos tres aspectos son clave para abordar la temática del suelo y pueden ser útiles a la hora de desarrollar una explicación atractiva, fácilmente comprensible y bastante completa, tal y como se detalla a continuación.

En primer lugar, respecto a los servicios que prestan los suelos, pueden agruparse en cuatro tipos: de soporte (sustento o apoyo), de regulación, de provisión y sociocultural. Además, las funciones básicas que los suelos desempeñan se pueden resumir en seis: 1) producen biomasa y regulación medioambiental; 2) proporcionan un hábitat biológico y son una gran reserva genética; 3) permiten el crecimiento de las plantas que proporciona una protección contra la erosión y son fuente de alimentos como cultivos; 4) regulan el clima y son fuente de materias primas; 5) soportan viviendas e infraestructuras; 6) protegen restos arqueológicos y son fuente de información geológica y geomorfológica.

En segundo lugar, las amenazas y riesgos de degradación del suelo disminuyen la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Las presiones por la intensificación y la competencia de su uso para la agricultura, el crecimiento demográfico, la deforestación, el sobrepastoreo y la urbanización masiva, combinadas con usos y prácticas de gestión no sostenibles de la tierra son la causa de la degradación edáfica. En ocasiones, la sobreexplotación del recurso y el deterioro irreversible conllevan la pérdida definitiva del mismo. Los problemas más comunes y graves que afectan a los suelos son entre otros: erosión acelerada, pérdida de materia orgánica, salinización y sodificación, contaminación, sellado y compactación, pérdida de fertilidad, pérdida de biodiversidad, etc.



En último lugar, la protección y conservación deben basarse en la *gestión integrada del recurso, el uso y el manejo sostenible del suelo* (Fig. 6). Es necesario conocer las medidas y estrategias de conservación para evitar que se produzca una degradación del recurso y para obtener beneficios a largo plazo. Principalmente, se debe abordar la necesidad de introducir distintas prácticas agrícolas sostenibles para frenar la erosión y pérdida de calidad: labranza conservacionista; siembra de plantas de coberturas y abonos verdes; siembra de contorno; cultivo en fajas y rotacional; barreras vivas, etc.

Estas líneas de acción resumen aspectos ampliamente mencionados y coinciden con algunas de las recogidas anteriormente a modo de decálogo en la Carta europea del suelo (Consejo de Europa, 1972), en el informe titulado “*Con los pies en la Tierra*” elaborado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2002), en el “*Informe de Ecosistemas del Milenio*”, concretamente el que surge como “*Síntesis sobre Desertificación*” (WRI, 2005). Y también en la hoja de ruta de las políticas de protección de suelos en el documento marco conocido como la “*Estrategia temática para la protección del suelo*” (COM, 2006, 2007). Más re-

Fig. 5. Infografía de las funciones básicas del suelo: ambientales, económicas y sociales. Los suelos desempeñan funciones ambientales cruciales y proporcionan servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra. Fuente: FAO, 2015.

Fig. 6. Infografía de las amenazas de los suelos: impulsores, tipos y consecuencias de la degradación. La gestión sostenible es la herramienta integral contra la degradación edáfica. Fuente: FAO, 2015.



cientemente se pueden consultar en el documento de evaluación del estado de los suelos europeos “*The State of Soil in Europe*” (Jones *et al.*, 2012) publicado por el *Joint Research Centre* (JRC) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). O, alternativamente, en el documento de síntesis final del estado de los recursos mundiales del suelo “*Status of World Soil Resources*” (FAO&ITPS, 2015), que hace una fuerte evaluación regional sobre el cambio del suelo.

El propósito final de todas las líneas, desarrolladas a través de acciones específicas, es que estas puedan contribuir en último término a la existencia de suelos sanos. Este último aspecto ha sido adoptado como el eslogan bandera de la campaña del AIS 2015: “Suelos sanos para una vida sana”. El mensaje transmite que “*si salvaguardamos y nutrimos nuestros suelos, a cambio ellos producirán alimentos sanos y un medioambiente sano, asegurando un futuro sostenible para las generaciones futuras*” (FAO, 2015). El lema mencionado va más allá de producir alimentos y de conseguir un estilo de vida más saludable a través de la alimentación, supera el objetivo de seguridad alimentaria y nutrición. Los suelos son los aliados silenciosos que proveen alimentos a la creciente población mundial.

Esta concienciación se resume en seis mensajes clave [<http://www.fao.org/soils-2015/about/key-messages/es>] que ponen de manifiesto la importancia del suelo para el ser humano, tanto para la producción de bienes y alimentos, como para el sustento de la vegetación y los cultivos, la multitud de funciones y servicios esenciales que proporcionan, la necesidad de protegerlo frente a sus amenazas y, a su vez, la dependencia directa que tiene la población de un recurso limitado, vulnerable y no renovable a corto plazo, siendo su conservación indispensable para garantizar la seguridad alimentaria y un futuro sostenible. Estos seis mensajes difundidos con motivo del AIS 2015 resultan concisos, directos y están cargados de contenido. Se pueden utilizar a modo de flash en los alumnos de distintos niveles educativos para llamar su atención respecto a la temática del suelo. Constituyen

Fig. 7. Infografía referente a la Biodiversidad que alberga el suelo: Hay más organismos vivos en una cucharada de suelo sano que gente en la Tierra. Fuente: FAO, 2015.



un recurso fácilmente comprensible y pueden ser expuestos como un cartel resumen en las aulas.

¿CÓMO SACAR PARTIDO AL SUELO? HERRAMIENTAS Y RECURSOS DEL AIS 2015

La iniciativa del AIS 2015 ha puesto a disposición de forma libre y gratuita multitud de recursos que incluyen gran cantidad de contenidos, cuidadosamente elaborados, de gran versatilidad y que resultan fácilmente adaptables a los objetivos específicos de cada nivel educativo y de cada materia. Este conjunto de herramientas se puede utilizar para enseñar conceptos básicos sobre los suelos, al mismo tiempo que se trabaja la concienciación sobre su importancia.

Todos los recursos pueden descargarse directamente en la sección de materiales informativos del portal creado con motivo del AIS 2015 por la FAO [<http://www.fao.org/soils-2015/resources/information-material/es/>]. Desde este mismo portal promocional se insta a compartir y difundir toda la información proporcionada, concretamente entre instituciones comunitarias, escuelas, asociaciones de agricultores y empresas locales, medios de comunicación y oficinas gubernamentales.

En esta sección se han seleccionado algunos de los materiales proporcionados a lo largo del AIS2015 que pueden emplearse con fines didácticos. Se han agrupado en seis bloques distintos atendiendo a la tipología de los mismos y se explican más en profundidad los que se consideran más interesantes.

Recursos materiales convencionales

Infografías

Se han creado 10 infografías que resultan de gran interés, pues constituyen un resumen visual de toda la información recogida y resultan fáciles de entender e interpretar. [<http://www.fao.org/soils-2015/resources/infographics/es/#c328582>].

Algunas infografías resultan muy útiles de cara a afianzar el aprendizaje de conceptos clave, como por ejemplo, los referentes a la formación, funciones y servicios (Figs. 2,5 y 6). Algunas destacan la importancia de los suelos para el desarrollo de la vegetación y la importancia del suelo como fuente inmensurable de biodiversidad, siendo uno de los ecosistemas más complejos que alberga una cuarta parte de la biodiversidad (Fig.7). Otras tratan la necesidad de cuidar y proteger el suelo y pueden adecuarse a la hora de introducir conceptos relacionados con los problemas y riesgos derivados del fracaso en el manejo adecuado y uso racional del recurso. Por último, hay infografías que abarcan temáticas más amplias o globales, como las relacionadas con la sostenibilidad o la lucha contra el cambio climático y las que se centran en el papel del suelo en la agricultura y para la alimentación sana.

Informes, Fichas y Hojas de datos

Estos materiales recogen de forma muy sintética multitud de datos clave referentes a las mismas líneas que se han comentado en las infografías. Las

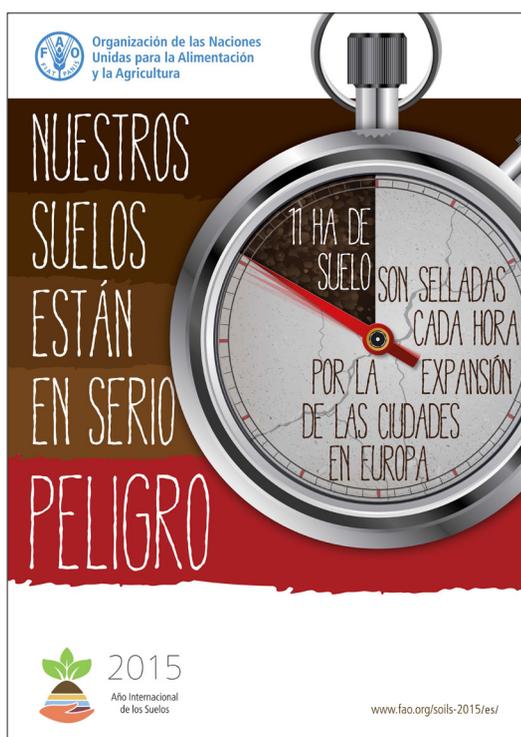


Fig. 8. Cartel que muestra alguno de los mensajes de la campaña informativa del Día Mundial del Suelo, celebrado el 5 de diciembre. Fuente: GSP, 2015 y FAO, 2015.

fichas de datos son descargables gratuitamente para ser impresas [<http://www.fao.org/soils-2015/resources/fact-sheets/es/>].

Recursos de divulgación

Tarjetas, carteles y pósters

Como complemento de los materiales anteriores, se han elaborado tarjetas, carteles y pósters (Fig. 8). Estos transmiten mensajes bastante concisos (castellano e inglés) que tratan de llegar al público general y, en particular, se dirigen a la comunidad educativa en las aulas. Todo el material está disponible para su impresión en el sitio web de la Alianza Mundial del Suelo [<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/dia-mundial-del-suelo/wsd-2014/campaign-material/es/>].

Concursos

En este contexto, varias universidades y organismos de investigación han desarrollado iniciativas con escolares de primaria y secundaria. La primera de ellas es un concurso de divulgación científica desde las aulas, organizado por el centro de investigación en Ciencias Agrarias del CSIC. En este se premian las mejores iniciativas de divulgación del AIS2015 entre los participantes de ESO y Bachillerato.

El concurso escolar de dibujo “*El Suelo*” se ha dirigido a centros educativos gallegos. Organizado en tres categorías diferentes y con premios fallados por un jurado de científicos, docentes y artistas. Por último, la nueva edición de “*Fototalentos*” (concurso de fotografía de divulgación científica)

se dirige a la celebración del AIS2015. Todos los trabajos galardonados y premiados serán expuestos y/o publicados en algún medio relacionado con la ciencia del suelo.

Materiales educativos lúdicos: aprender a través del juego

Revistas y pasatiempos

“*iEscárba! Los secretos del suelo*” son una serie de revistas en castellano e inglés (“*Dig it! The Secrets of Soil*”) que incluyen juegos de palabras, rompecabezas, actividades de dibujos y otros elementos interactivos para escolares de distintas edades. En su versión para estudiantes más maduros se encuentra el manual *SMS DSD DBAJO D TS PIES*. El material de complementa con una Guía para educadores que está disponible en [<http://www.fao.org/3/a-i4766s.pdf>].

Cuestionario: Quiz online

“¿Cuánto sabes sobre los suelos?” es un cuestionario interactivo de quince preguntas con diferente grado de dificultad. Está disponible para incorporarlo a las exposiciones en el portal del AIS 2015 de la FAO [<http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/317398/>].

Cómic

“*Vivir en el suelo*” es un cómic elaborado y editado por el CSIC y la Delegación Territorial de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo en Galicia (SECS-Galicia). Se ha publicado en el marco de “Ciudad Ciencia”, un proyecto de divulgación científica producido en el marco del AIS2015. Se dirige a todo tipo de públicos. Pretende concienciar acerca de la problemática medioambiental del suelo y la necesidad de protegerlo (Fig. 9a). Se puede descargar en [http://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2015/03/COMIC_castellano_WEB.pdf].

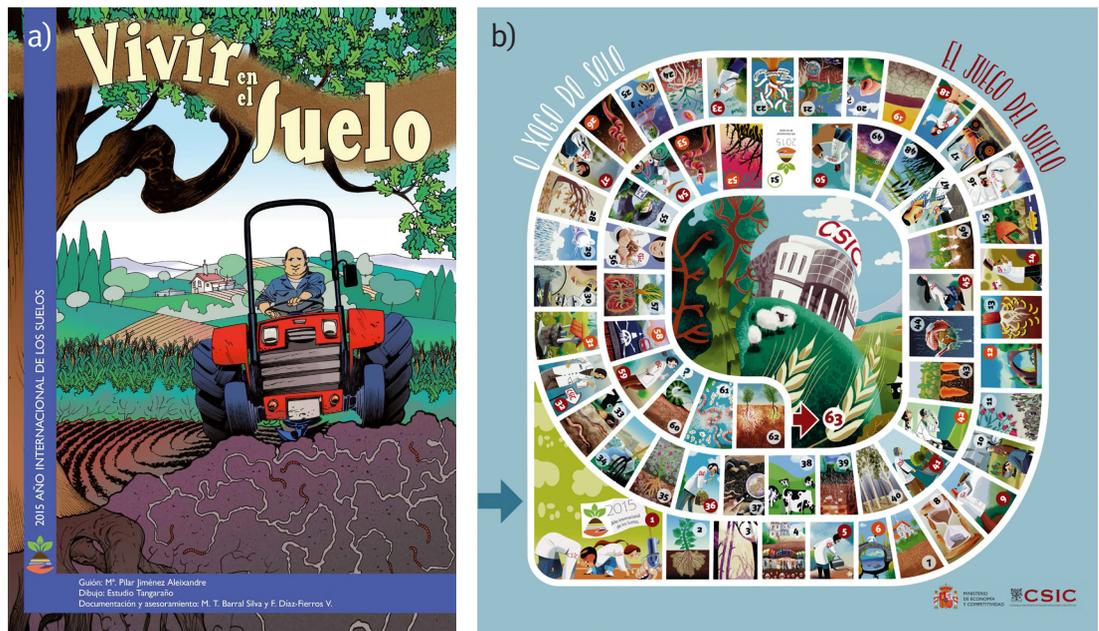
Juego de mesa

“*El Juego del Suelo*” se ha diseñado para el público general, sigue una dinámica similar al Juego de la Oca (Fig. 9b). Busca transmitir nociones básicas sobre el suelo, así como concienciar a los participantes de la importancia de su protección y su correcta gestión. Esta iniciativa ha sido ideada por la Unidad de Cultura Científica del CSIC en Galicia. Todo el material está disponible en el portal web Suelos 2015 [<http://www.suelos2015.es/materiales/juego/juego-del-suelo>], creado específicamente para promocionar el AIS2015 gracias a la colaboración de varios organismos oficiales estatales como el CSIC y la SECS.

Recursos audiovisuales y contenido multimedia

Entre los vídeos y audios compilados en distintos canales, algunos a partir del término MediaSoil, se han seleccionado aquellos que están disponibles en castellano e inglés. La mayoría tiene una duración entre 1 y 5 minutos. La selección de vídeos que pueden encontrarse en el portal Suelos

Fig. 9. Ejemplo de materiales educativos diseñados específicamente durante el AIS2015. a) Portada del Cómic Vivir en el Suelo. Fuente: SECS, 2015. b) Diseño del tablero de mesa del Juego del Suelo. Fuente: SECS-CSIC, 2015.



2015 [http://www.suelos2015.es/audiovisuales].

Entre los vídeos elaborados, destacan:

- “Hablemos del suelo” (“Let’s talk about soils”). Es un vídeo de animación desarrollado por la plataforma Global Soil Week, que aborda la realidad del recurso no renovable del suelo en todo el mundo. [http://vimeo.com/53618201].
- “Mejor Conservamos el Suelo (Better Save Soil)”. Segunda animación desarrollada por la misma plataforma en la que se reivindica que el suelo fértil es la base de nuestras sociedades modernas [http://globalsoilweek.org/resources/videos/video-better-save-soil].
- “Cuida tu suelo”. Vídeo desarrollado por el Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC) que pone de manifiesto las graves pérdidas de suelo debidas a los procesos de erosión.
- “Devorando suelo”(El Escarabajo Verde). Documental de casi 30 minutos de duración que se ha emitido en el conocido programa televisivo de divulgación científica. Es un completo recurso didáctico para niveles educativos más altos por el contenido que aborda. Se habla de las tres amenazas del suelo: la agricultura intensiva, la erosión y desertificación, así como de su pavimentación para crear zonas urbanas.
- La película “Symphony of the Soil”, derivado del proyecto homónimo [http://www.symphonyofthesoil.com/] trata de apreciar la naturaleza compleja y dinámica del suelo a partir de los conocimientos antiguos y de la ciencia de vanguardia.
- “Utilización de residuos orgánicos en suelos agrícolas” es un vídeo explicativo acerca del proceso de compostaje para realizar el taller de “Agricultura sostenible en el aula”.

Por otro lado, el portal de la FAO dedicado al AIS2015 también pone a disposición una amplia videoteca con más de 50 vídeos y audios de corta duración disponibles en versiones castellano e inglés. Todos ellos se pueden visualizar en: [http://

www.fao.org/soils-2015/resources/audio-video/es/]. Entre ellos, destacan:

- “Suelo 101” (“Soil 101”) es una introducción animada a las funciones y las principales amenazas del suelo, que lanza datos muy llamativos.
- “El Suelo: Nuestro aliado contra el cambio climático” (“Soils: Our ally against climate change”) refleja de manera extraordinaria en pocos minutos el papel crucial de los suelos para combatir el cambio climático como secuestradores de dióxido de carbono.“
- Apoya el Día Mundial del Suelo y el Año Internacional de los Suelos 2015” (“Support World Soil Day and the International Year of Soils 2015”) es un vídeo de divulgación del AIS.

A esta lista, se suman continuamente nuevos recursos en versión inglesa como “Sustainable soil management: A major step in achieving the Sustainable Development” o “Soil: An essential ingredient to healthy food and nutrition”.

Otros recursos específicos para docentes

En esta sección se incluyen experiencias didácticas, científicas y prácticas que resultan de gran utilidad para la comunidad educativa, así como algunos recursos que aún están en proceso de elaboración (Guías y Libros Blancos).

Experiencias didácticas y talleres de suelos

“El suelo, el sustentador de la vida” es una propuesta que acerca la Ciencia del Suelo a la vida cotidiana con herramientas y materiales caseros para tratar de evaluar de forma sencilla la pérdida de suelo por erosión hídrica. Toda la información y desarrollo de este experimento se recogen en el blog: [http://www.fao.org/soils-2015/blog/el-suelo-el-sustentador-de-la-vida/en/].

“Los Suelos en colegios e institutos: Experimentos didácticos con el suelo para la educación

pre-universitaria” es una iniciativa coordinada desde la Universidad de Zaragoza. En torno a esta línea de actuación se han elaborado otros documentos como los recursos didácticos recogidos en el manual elaborado por Badía (2008), que recoge once experiencias prácticas adaptadas a la enseñanza secundaria.

“*Edafos. El suelo epidermis viva de la Tierra*” (Badía y Martí, 2011) es otro compendio de actividades prácticas relacionadas con la introducción clásica de los contenidos del suelo en los currículos de ESO que pueden abordarse mediante talleres disponibles en: [http://www.cienciadelsuelo.es/index1.html].

Otras experiencias de gran valor didáctico son las que proponen Fernández-Ondoño *et al.* (2015) en el “*Taller Enseñando suelos*”, con contenidos específicos dirigidos al alumnado de secundaria, actividades formativas y un cuaderno de campo. Una propuesta metodológica dividida en dos capítulos en las zonas donde se desarrollan las experiencias [http://rens2015.es/wp-content/uploads/2015/11/tallersuelos_web.pdf].

Guías y Libros Blancos

Estos documentos, que todavía están en elaboración, constituyen una guía abierta que establece una posible hoja de ruta a seguir en materia de suelos y en su inclusión formal en los textos curriculares.

El “*Libro Blanco del Tratamiento de la Entrada Suelo en Libros de Texto de Enseñanza no Universitaria en España*”, aborda la temática dirigida a la enseñanza secundaria y bachillerato. Se está coordinando desde la Universidad de Valladolid y se ha elaborado una base de datos con las consultas acerca de la presencia del tema suelo y su forma de abordarlo en los libros de texto de Educación Primaria y Secundaria.

El segundo es el “*Libro Blanco de La enseñanza universitaria de la Edafología en España*” coordinado desde la Universidad de Salamanca. Este documento recoge cuál ha sido la evolución y cuál es el estado actual de la enseñanza de la Ciencia del Suelo en nuestro país. Para ello se han recopilado datos de unas 40 universidades españolas. De este documento técnico derivan algunas recomendaciones generales, se comparten experiencias y se facilita material de carácter innovador para la impartición de la asignatura de Edafología.

Otras iniciativas y actividades

La FAO en América Latina y el Caribe, con la colaboración de las Alianzas regionales por el suelo, han diseñado una sección para fomentar la sensibilización sobre los suelos que sugiere actividades para realizar con niños en diferentes ámbitos [http://www.fao.org/3/a-i4885s.pdf]. A modo de ejemplo pueden citarse “*El suelo en una manzana*”, “*Una huerta para todos*” y “*Prepara una compostera*” [http://www.fao.org/3/a-i3846s/index.html]. El material elaborado recoge información adecuada a distintos niveles educativos y otras actividades a realizar, tal y como se muestra en el documento de la “*Insignia de los Suelos*” que ha

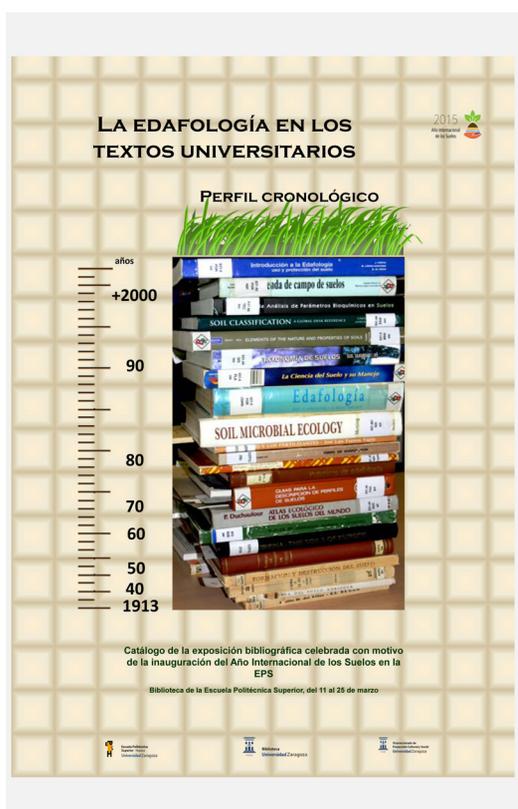
elaborado la Alianza Mundial de la Juventud con la colaboración de agencias de las Naciones Unidas. Esta es una guía preparada para trabajar con niños y jóvenes, especialmente dirigida a profesores y educadores para despertar conciencia, educar y motivar a los jóvenes a cambiar su comportamiento y a ser agentes de cambio activos en sus comunidades locales. Está disponible en formato descargable [http://www.fao.org/3/a-i3855s.pdf]

Actividades complementarias: Exposiciones y Visitas a museos de suelos

Hasta la fecha se han desarrollado siete exposiciones para conmemorar el AIS2015 en nuestro país:

- “*Los Suelos y la Biodiversidad Forestal*” es una exposición itinerante coordinada por la Universidad Miguel Hernández y la SECS en el Proyecto AIS2015. A través de 12 paneles (12 meses del año) se muestran ejemplos de la riqueza edafológica forestal. Se pueden descargar todo el material de la exposición en [http://www.suelos2015.es/materiales/exposicion/suelos-y-biodiversidad-forestal].
- “*Solo Arte: pintando con solo*” recoge pinturas realizadas por José Caballo que utilizan el suelo como fuente de pigmentos y texturas. Ha sido organizada por la Delegación Galicia SECS, la Universidad de Santiago de Compostela y el Museo de Historia Natural de Galicia. [http://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2015/05/ContenidoSueloArte.pdf].
- “*El suelo. Un paseo por la vida*” (“*The Soil. A walk through life*”) constituye una exposición temporal y bilingüe (castellano-inglés) que muestra de forma muy amplia y atractiva la diversidad de los suelos del mundo. Está organizada por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) de Madrid en colaboración con el Museo Internacional de Suelos del ISRIC (*World Soil Information Centre*) de Wageningen (Países Bajos) [http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Temporales_expoTemporal_El_Suelo/seccion=1183&idioma=es_ES&id=2016021715380002&activo=11.do].
- “*Libros de Ciencias del Suelo en las bibliotecas de las Universidades Españolas*” es una iniciativa promovida y coordinada desde el CREA-Universidad Autónoma de Barcelona. La exposición incluía una selección de los libros más significativos sobre la Ciencia del Suelo, y también unas muestras de tierras y de utensilios que se usan en su estudio. La galería fotográfica elaborada en esta iniciativa puede ser visualizada en [http://blogs.uab.cat/bctotestudiants/2015/02/21/2015-any-inter-nacional-dels-sols/].
- En la misma línea que la anterior, desde la Universidad de Zaragoza se organizó otra exposición bajo el título “*La edafología en los textos universitarios: perfil cronológico*” (Fig.10). Plantea un recorrido por los textos y manuales más representativos. El recopilatorio está disponible en el sitio web de la SECS [http://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2015/03/Cat%C3%A1logoReferenciaSuelos.pdf].

Fig. 10. Perfil cronológico diseñado con los libros de texto de Edafología desde la incorporación de la ciencia en nuestro país. Fuente: SECS, 2015.



- La red de bibliotecas de las Islas Canarias ha organizado unas “Jornadas bibliosolidarias” con actividades de concienciación sobre los suelos. El reportaje fotográfico se puede consultar en el blog (Probit) [https://webprobit.wordpress.com/].
- Recorrido interactivo “Los sentidos del suelo” es una iniciativa de la Universidad de Córdoba. Se trata de una instalación creada a modo de túnel, en la que los visitantes pueden poner a prueba su conocimiento sobre los suelos utilizando los sentidos [http://www.uco.es/investigacion/ucci/suelos/tunel.html#].

Como colofón final a las exposiciones desarrolladas, se está coordinando la creación de una red de museos a nivel nacional. Su objetivo es albergar y conectar las instituciones que disponen de colecciones edafológicas, tanto físicas como virtuales.

Constituye una primera fase de la reclamada puesta en valor del patrimonio edafológico que atesora el territorio nacional.

Red de Museos de Suelos en España. Actualmente está en ejecución esta línea de acción propuesta desde la SECS y coordinada por la Universidad de Granada. En estos espacios el alumnado trabaja con audios, información gráfica o explicaciones del profesorado, aunque la idea de plasmarlo de forma virtual resulta más práctica [http://www.ugr.es/~edafolo/tiposmonolitos.php]. En la última Reunión Nacional de Suelos (RENS) 2015, se incorpora a modo de muestra, dentro de la Sección Didáctica de suelos, un avance de esta iniciativa. Es una visita virtual en la que se presentan cuatro monolitos que se han reconstruido a partir de algunos suelos representativos del sur y sureste de España [http://rens2015.es/museovirtual/]. Se incorpora también a esta iniciativa del AIS2015 un nuevo museo en la geografía estatal, el Museo de Suelos de la Universidad de Murcia. Además el Museo de Historia Natural de Santiago de Compostela dispone en una de sus salas temáticas una amplia colección que se centra en la edafodiversidad de Galicia [http://revistas.usc.es/museohn/visita_virtual/]. Finalmente, se incluye también entre esta serie de museos el Museo Virtual del ICA-CSIC. En este se puede visualizar de forma interactiva la Colección de láminas delgadas de suelos del Prof. W.L. Kubiëna (Fig. 11a y 11b). En el año 2002 finalizó la recopilación y traducción documental de las láminas delgadas de suelos (1561) del trabajo realizado por el conocido edafólogo durante sus estancias en el CSIC (Madrid) entre 1943 y 1970. Durante este año y con motivo del AIS2015 se han incorporado macroimágenes navegables y microfotografías que se pueden visualizar y descargar en [http://museovirtual.csic.es/salas/kubiëna/index.html]. Los originales de esta colección están depositados en el Instituto de Ciencias Agrarias (ICA) del CSIC, al igual que la Colección de acuarelas de los perfiles de suelos del Prof. Kubiëna (Fig. 1a). Los dibujos originales de la colección de estas pequeñas láminas se utilizaron como ilustraciones del libro Claves Sistemáticas de Suelos y se puede consultar el Atlas de perfiles de suelos de 1954 [http://www.ica.csic.es/Kubiëna2/Atlas-of-soil-profiles/WK-perfiles-miniaturas.pdf].

Fig. 11. a) Recopilación de las láminas delgadas de muestras de perfiles de suelos del Prof. Kubiëna (Bandeja 02:25-48). b) Detalle de una de las láminas delgadas de la colección correspondiente a una muestra del horizonte B de un suelo (Terra rossa) de Grado, Asturias. Fuente: ICA-CSIC, 2015.



CONSIDERACIONES FINALES

El AIS2015 brinda una oportunidad inmejorable para transmitir de forma muy atractiva a la sociedad la importancia de un gran desconocido y, a la vez, infravalorado recurso suelo, indispensable para la vida. Las distintas iniciativas que se han desarrollado desde las plataformas organizadoras del AIS2015 suponen un impulso más que efectivo para el acercamiento de la Ciencia del Suelo a la sociedad. El esfuerzo que estos organismos internacionales y nacionales han realizado para lanzar esta campaña de concienciación y difusión debe ser compensado. Para ello, no hay mejor fórmula que utilizar activamente todos los recursos informativos, educativos y didácticos que ha proporcionado el AIS2015.

Las herramientas y recursos descritos en este artículo facilitan la labor en las aulas y fuera de ellas, tanto a los docentes como al alumnado. Estos materiales, de disposición libre y gratuita, resultan de especial interés para abordar nuevos conceptos y afianzar otros ya introducidos en las diferentes asignaturas del currículo. Sin embargo, muy pocos de los materiales reseñados promueven el trabajo activo con los alumnos, aunque sí permiten desarrollar ideas y actividades de aplicación más directa para trabajar los suelos y que facilitan la participación del alumnado.

La difusión del conocimiento del suelo en el ámbito educativo no debe restringirse en el tiempo, sino que debería ser desarrollado como una tarea continua. Desde los centros de enseñanza de secundaria se debe seguir promoviendo la participación en este tipo de iniciativas. En diferentes momentos del curso se pueden incorporar algunas de las ideas que se han sugerido en este trabajo. La celebración anual del DMS es una fecha clave en el calendario para dedicar una jornada temática al suelo. Con el fin de garantizar la transmisión de la Ciencia del Suelo, deben seguir realizándose actividades de intercambio de experiencias y dificultades. Estas actividades requieren la colaboración entre las asociaciones de profesores, los organismos de educación superior e investigación y las sociedades científicas. Todos los esfuerzos aunados en favor del suelo son imprescindibles... lo necesitamos.

Agradecimientos

Dar las gracias a la SECS y al ICA-CSIC por su contribución cediendo algunos materiales e imágenes para este trabajo. Agradecer a la Dra. Emilia Fernández Ondoño de la Universidad de Granada, la información aportada en este trabajo, como coordinadora de la Red de Museos de Suelos en España. Agradecer también la respuesta brindada por la Dra. Amelia Ruth Moyano Gardini de la Universidad de Valladolid, por comunicarme el estado de elaboración de la línea de actuación que coordina Libro Blanco del Tratamiento de la Entrada "Suelo" en Libros de Texto de Enseñanza no Universitaria en España. Así mismo, gracias al Dr. Fernando Santos Francés de la Universidad de Salamanca por la información acerca del estado del "Libro Blanco de la enseñanza universitaria de la Ciencia del Suelo en

España". También al Dr. David Badía Villas de la Universidad de Zaragoza por su comunicación acerca del estado de la iniciativa que coordina. Mis agradecimientos a la Dra. Esperanza Fernández-Martínez de la Universidad de León, por facilitarme información de la alfabetización en Ciencias de la Tierra y por orientarme en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Badía, D. (2008). *El suelo como herramienta didáctica*. II Seminario del Geoparque de Sobrarbe. Investigación Geológica y Recursos Didácticos. Boltaña.

Badía, D. y Martí, C. (2011). Edafos, un programa interactivo para el conocimiento del suelo. Universidad de Zaragoza. España. Disponible en: [<http://www.cienciadel-suelo.es/index1.html>]. Última consulta: 17/11/2015.

Chesworth, W. (Ed.), (2008). *Soil. Encyclopedia of soil science*. En: Encyclopedia of earth sciences series. Springer, 2008, ed. XXVI, ILL., maps.902 pp.

COM, (2006). *Estrategia temática para la protección del suelo*. Comunicación de la Comisión de las comunidades europeas al Consejo. European Commission. Bruselas. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm]. Última consulta: 17/11/2015.

COM (2007). *Environment fact sheet: soil protection a new policy for the EU*. European Commission, Bruselas. Disponible en: [<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/soil.pdf>]. Última consulta: 17/11/2015.

Díaz-Fierros, F (2011). *La ciencia del suelo. Historia, concepto y método*. Universidad de Santiago de Compostela. Primera ed. 191 pp.

Domínguez, J., Rodríguez, C.M. y Negrín, M.A. (2005). La educación edafológica entre el tránsito de la Educación Secundaria a la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso.

Duchaufour, P. (1975). *Manual de Edafología*. Ed. Toray-Masson. Barcelona. 224 p.

EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente) (2002). *Con los pies en la tierra: la degradación del suelo y el desarrollo sostenible en Europa*. Serie Problemas medioambientales, nº16, 32 p. Disponible en: [http://www.eea.europa.eu/es/publications/Environmental_issue_series_16/download]. Última consulta: 16/11/2015.

FAO (2006). *World Reference Base for Soil Resources (WRB)*. A framework for international classification, correlation and communication. 2nd edition. Soil Resources Reports Nº 103. Food and Agriculture Organization- IUSS Working Group WRB, ISRIC & FAO, Rome. 128 p.

FAO & ITPS (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. 650 p. Disponible en: [<http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>]. Última consulta: 9/12/2015.

Fernández Ondoño, E., Ortiz Bernad, I, Sierra Aragon, M., Martínez Garzón, F.J. y Martín Peinado, F. (2015). Taller docente enseñando suelos. RENS2015. Semana del suelo. Granada. 43 p.

Hernández, A.J., Gutiérrez-Ginés, M.J. y Pastor, J. (2010). *Investigación del tratamiento de la contaminación del suelo en libros de texto para escolares y alternativas docentes experimentadas*. El suelo; funciones y manejo. Ed. Copicentro Granada: 929-938 p.

Herrero, F., Luffiego, M., Milicua, M., Moreno, M., López, M., Alonso, F.J., Peral, C. y Rabadán, J.M. (Coord.) (2000). Una propuesta de currículum de Ciencias de la Tie-

rra y del Medio Ambiente. Claves para su aplicación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 208-214, 8.3.

Jones, A., Panagos, S. Barcelo, F. Bouraoui, C. Bosco, O. Dewitte, C. Gardi, [et al.] (JRC), (2012). *The State of Soil in Europe*. JRC, EEA, Luxembourg, Publications Office of the European Union. 71 p.

Ibáñez, J.J. y García-Álvarez, A. (1991). La edafosfera y el cambio global. Un enfoque histórico-termodinámico. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, 28 (4): 349-375.

Molera, J. y Llitjós, A. (1995). Estudio de cuatro adaptaciones escolares de método de observación y determinación de la textura del suelo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3.1, 34-39.

Needelman, B. A. (2013). What Are Soils? *Nature Education Knowledge*, 4 (3):2.

Ortiz, I., Fernández, E., Martín, F. y Dorronsoro, C. (2008). Estimación de propiedades físicas del suelo en gabinete y su aplicación en la identificación de horizontes edáficos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16.1, 57-63.

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J.L., Belmonte, A., Brusí, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 117-129.

Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 929 p.

Reyes-Sánchez, L.B. (2006). Enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sustentable. *Terra Lati-*

noamericana, 24 (3): 431-439. Disponible en: [http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311103016]. Última consulta: 15/11/2015.

Reyes-Sánchez, L.B. (2012). Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro. *SJSS, Spanish Journal of Soil Science*, 2 (1), 87-99.

Rebollo, M., Prieto, T. y Brero, V. (2005). Aproximación a la historia y epistemología del concepto de suelo: implicaciones didácticas. *Enseñanza en Ciencias*. Número extra. VII Congreso.

SSS (Soil Survey Staff) (1999). *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd edition. Agricultural Handbook 436, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington DC, USA, 869 p.

SSSA (Soil Science Society of America) (2008). *Glossary of Soil Science Terms*. 92 p. Item Number: B60916.

Vila, R., Contreras, R., Fernández, L., Roscales, J.L. y Santamaría, F. (2001). Experiencia didáctica para la materia de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente: la erosión del suelo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9.1: 63-69.

WRI (World Resources Institute) (2005). *Evaluación de los Ecosistema del Milenio. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación*. Adeel, Z. [et al.] ed. Washington, DC. Disponible en: [http://www.millenniumassessment.org/documents/document.796.aspx.pdf]. Última consulta: 16/11/2015. ■

Este artículo fue recibido el día 7 de septiembre y aceptado definitivamente para su publicación el 18 de octubre de 2015.