

*Quinta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL  
2015 Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, Viña  
del Mar, del 6 al 8 de junio de 2015*

## **Recurso Educativo Abierto Inteligente para la Enseñanza de Contenidos Básicos sobre Suelos: RAICeS**

Antonio Silva Sprock<sup>a</sup>, Ismael Hernández Valencia<sup>b</sup>, Juan Groening Rangel<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias, Escuela de Computación  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela  
[antonio.m.silva@ucv.ve](mailto:antonio.m.silva@ucv.ve), [jgroening@yahoo.com](mailto:jgroening@yahoo.com)

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología y Ecología Tropical  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela  
[ismael.hernandez@ciens.ucv.ve](mailto:ismael.hernandez@ciens.ucv.ve)

**Resumen.** El trabajo muestra el desarrollo de un Recurso Educativo Abierto de comportamiento inteligente, para la enseñanza de contenidos básicos sobre suelos (llamado RAICeS), en los cursos de ecología de la Escuela de Biología de la Universidad Central de Venezuela. RAICeS tiene comportamiento inteligente al implementar árboles de decisión en las actividades dinámicas, asociadas a los contenidos a enseñar. El desarrollo estuvo guiado por el Modelo de Diseño Instrucciona ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación). Las herramientas utilizadas fueron HTML y HTML5, CSS para manipular los aspectos estéticos (capas) de varios documentos web, y Javascript para manipular el comportamiento de RAICeS. De este último se empleó un *framework*, jQuery para facilitar la programación y manejar el DOM (estructura de la página). Se empleó AJAX para el manejo de los archivos .XML. Igualmente RAICeS puede ser compatible con otros recursos educativos, a través de metadatos, donde se utilizó el estándar LOM. Igualmente otro estándar utilizado, fue SCORM, como forma de empaquetamiento y estandarización del Recurso desarrollado.

**Palabras Clave:** Recurso Educativo Abierto, Tutor Inteligente, Árboles de Decisión, SCORM, Suelos.

### **1 El Contexto**

El concepto de suelos tiene varias acepciones, pero desde el punto de vista agrícola y ecológico, el suelo es un cuerpo natural o modificado por el hombre, constituido por materiales orgánicos e inorgánicos, además de fases líquidas y gaseosas. Este cuerpo se encuentra sobre la superficie de la tierra, contiene seres vivos y es capaz de mantener plantas [1],[2]. El suelo es un elemento fundamental de los ecosistemas, ya que es un ecosistema y a su vez influye en la distribución y abundancia de otros seres vivos que habitan sobre él.

Al suelo se le reconocen importantes funciones ambientales, tales como [3]: producción biológica, banco de semillas, descomposición de materia orgánica y ciclaje de nutrientes, hábitat para la biota, filtro ambiental y almacenamiento de agua. Además de estos conceptos, es importante estudiar: los factores formadores del

suelo, las unidades muestrales, sus horizontes, los procesos formadores su composición y sus características.

Por esta razón, las ciencias del suelo deben considerarse en los cursos de ecología. Específicamente en la Escuela de Biología de la Universidad Central de Venezuela hay cuatro cursos obligatorios de ecología en donde se trata el tema de los suelos, y los libros de apoyo para la instrucción de estos contenidos son muchos y dispersos, y hacen poco énfasis en la importancia ecológica de los suelos y mucho énfasis en los aspectos agronómicos.

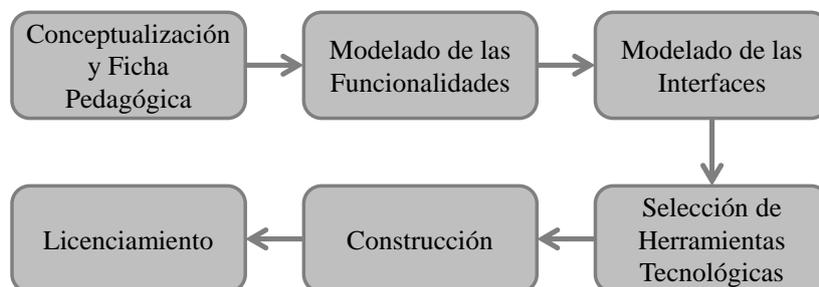
Esta situación dificulta a los estudiantes, la búsqueda de información y el aprendizaje sobre este tópico, ya que sienten que el conocimiento sobre suelos que reciben no tiene un enfoque ecológico. Por otra parte, en los cursos avanzados de ecología, los estudiantes han mostrado un pobre conocimiento sobre las ciencias del suelo, pese a los cursos previos, ello ha llevado a destinar horas no programadas en la actualización y nivelación del conocimiento que se supone recibido en los cursos obligatorios.

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) son recursos destinados para la enseñanza y el aprendizaje que se encuentran disponibles públicamente y licenciados bajo esquemas que protegen la propiedad intelectual y permite su uso de forma pública, gratuita o permite la generación de obras derivadas por otros. Los REA pueden ser cursos completos, materiales de cursos, módulos, libros, video, exámenes, software y cualquier otra herramienta, materiales o técnicas empleadas para dar soporte al acceso de conocimiento [4].

La característica de inteligente, es cuando el REA responde a necesidades del usuario cambiando su estado, contenido o presentación. Pueden ser adaptables, interactivos o ambos [5]. En este caso, RAICeS es un REA interactivo, capaz de recorrer un árbol de decisión ofreciendo las opciones de preguntas en las actividades asociadas a los contenidos.

## 2 El Desarrollo

Se desarrolló RAICeS utilizando una adaptación de la Metodología Tecnopedagógica de desarrollo de Objetos de Aprendizaje Abiertos [6]. La figura 1 muestra la adaptación de la Metodología.



**Fig. 1.** Metodología utilizada. (Adaptación de [6]).

## 2.1 Conceptualización y Ficha Pedagógica.

En esta primera fase básicamente, se realizó el diseño instruccional de RAICeS, donde se realizaron las actividades siguientes:

- Identificar y analizar el contexto
- Definir las características de la audiencia
- Detectar las necesidades generales
- Definir la necesidad instruccional
- Problema, ¿cuál es la necesidad instruccional a satisfacer?
- Justificación
- Formular el objetivo general, propósito y objetivos específicos de RAICeS
- Definir los contenidos a desarrollar
- Definir las actividades de aprendizaje
- Definir el instrumento de autoevaluación

Adicional al diseño Instruccional, se determinaron los requerimientos no funcionales de RAICeS, como son:

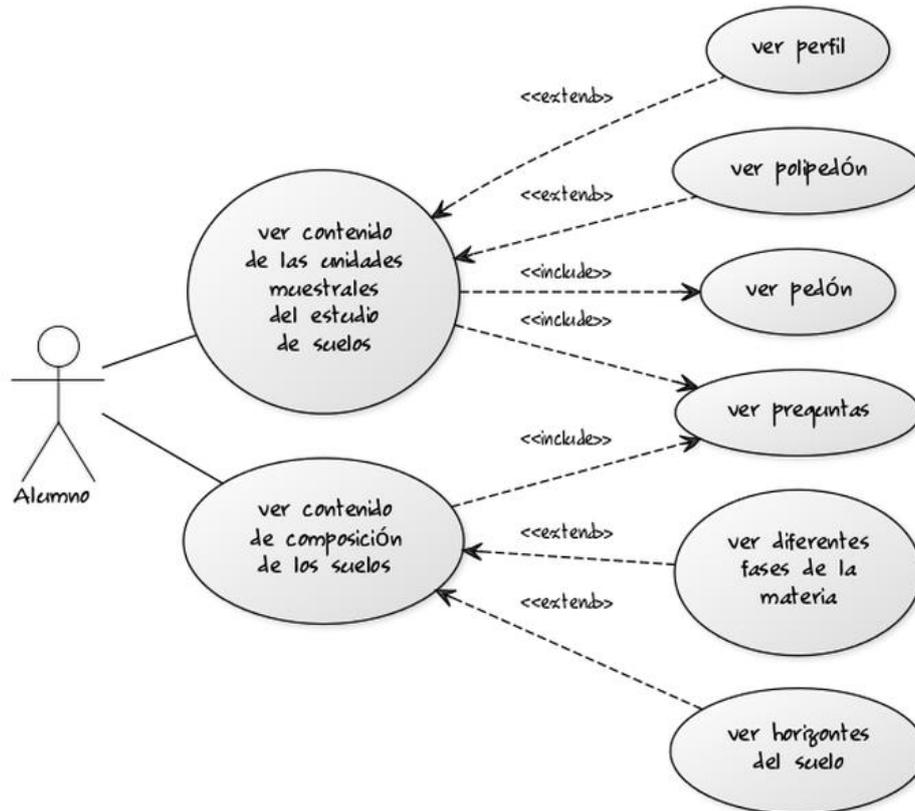
- Debe ser autónomo y no depender de una conexión a internet estable.
- Debe ejecutarse en las versiones linux basadas en Debian para su compatibilidad con las distintas versiones del sistema operativo Canaima, entre otros. Se propone el uso de una interfaz web basada en un navegador para su ejecución en un rango más amplio de sistemas operativos compatibles.
- Debe estar desarrollado únicamente bajo herramientas libres de uso: debe ser libre de uso, de código abierto y gratuito, cumpliendo así con el decreto presidencial 3.390 sobre el uso de software libre en instituciones de gobierno y administración pública nacional [7].
- Debe estar licenciado con Creative Commons [8], específicamente con CC:BY-NC-SA, que permite a otros, modificar y ampliar el recurso para fines no comerciales, siempre y cuando se otorgue crédito a su autor y la licencia de las nuevas obras creadas a partir de la original posean iguales términos y condiciones a la licencia original.

## 2.2 Modelado de las funcionalidades.

Donde se determinaron los requerimientos funcionales de RAICeS, y se realizaron diagrama de casos de uso de estas funcionalidades, las cuales se agrupan en la necesidad de mostrar contenidos y desarrollar actividades relacionadas a:

- Concepto de suelo y sus límites
- Función del suelo en los ecosistemas
- Unidades muestrales del suelo
- Horizontes del suelo
- Factores formadores del suelo

- Procesos formadores del suelo
- Composición del suelo
- Características del suelo



**Fig. 2.** Muestra de los casos de usos desarrollados en el modelado de las funciones de RAICeS.

La Figura 2 muestra los casos de uso del proceso “ver contenido de las unidades muestrales del estudio de suelos” y “ver contenido de composición de los suelos”. Ambos incluyen el proceso de “ver preguntas”, relacionado a las interrogantes que surgen de forma aleatoria, relacionado al contenido desplegado. En el caso del proceso de las unidades muestrales, se presentan dos procesos opcionales, que extienden el objetivo del proceso original, ellos son “ver perfil” y “ver polipédón”. El proceso “ver pedón” si es obligatorio y está incluido.

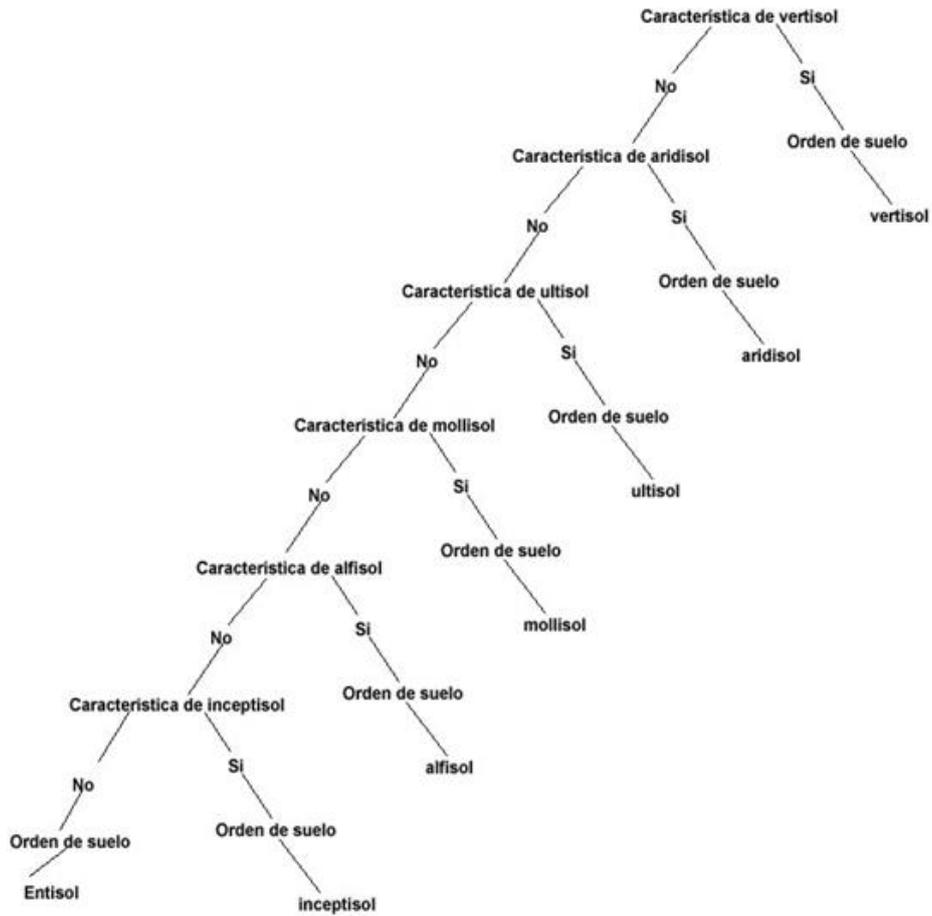
En el caso del proceso asociado a “composición de los suelos”, los acompañan dos procesos opcionales, que por extensión lo complementan, como son “ver fases diferentes fases de la materia” y “ver horizontes del suelo”.

De igual forma, se determinó que RAICeS:

- Realizara pruebas de conocimientos de todos los contenidos anteriores

- Desplegara el módulo inteligente de reconocimiento de suelos, donde el estudiante al tener una muestra real física de un suelo, interactúa con RAICeS para obtener el tipo de suelo referida a la muestra.

Parte del árbol de decisiones modelado en esta fase del desarrollo, puede verse en la figura 3.



**Fig. 3.** Parte del árbol de decisiones para obtener el tipo de suelo referida a la muestra del estudiante.

### 2.3 Modelado de las interfaces.

El modelado de las interfaces resultó un proceso iterativo e incremental, donde se crearon escenarios de aprendizaje mediante casos de uso y se fue desarrollando un

prototipaje gradual, siendo validados los contenidos de las interfaces con profesores expertos del área de ecología y suelos.

#### 2.4 Selección de herramientas tecnológicas.

RAICeS es un REA, y por ellos requería ser desarrollado con herramientas de software libre. Para ellos se escogieron herramientas de vanguardia en el desarrollo de software de este tipo, como fueron:

- HTML y HTML5: para estructurar las interfaces de RAICeS
- CCS: para manipular los aspectos estéticos (capas) de varios documentos web.
- JavaScript: para manipular el comportamiento.
- jQuery: para facilitar la programación y manejar el DOM (estructura de la página).
- XML: para estructurar contenidos a mostrar, preguntas de las evaluaciones y los aspectos estáticos del árbol de decisión.
- AJAX para el manejo de los archivos XML.
- LOMPAD: para generar los metadatos de RAICeS.
- Reload Editor: generar el paquete SCORM.

La arquitectura propuesta para RAICeS se muestra en la figura 4.

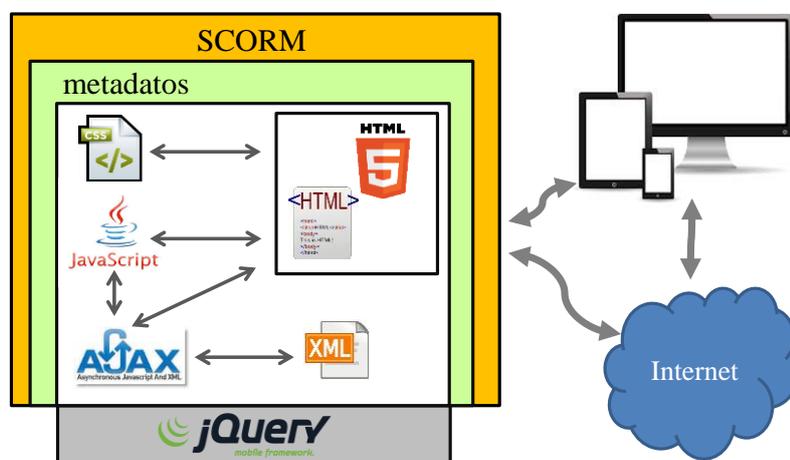


Fig. 4. Arquitectura de RAICeS

La arquitectura muestra la interacción de HTML y HTML5 con la tecnología CCS y JavaScripts para dinamizar la interfaz del Recurso, y desde HTML y HTML5, así como desde JavaScripts se gestionan los archivos XML utilizando AJAX.

Toda el Recurso fue desarrollado utilizando el *framework* jQuery, y una vez culminado se estructuraron los metadatos con LOMPAD y se empaquetó en SCORM con Reload Editor.

Debe destacarse que el funcionamiento de RAICeS no depende de jQuery y puede ejecutarse desde internet o de forma local en computadores de escritorio y tablas.

## 2.5 Construcción.

La construcción, así como el modelado de las interfaces, se realizó a través de un proceso iterativo e incremental, donde se desarrollaron las funcionalidades y se iba validando con los expertos.

Específicamente se realizaron 3 iteraciones, como se indica a continuación:

1. Iteración 1: desarrollo de los requerimientos relacionados a mostrar los contenidos, así como de la interfaz, imágenes, enlaces y bibliografía.
2. Iteración 2: desarrollo del módulo de evaluación y de las preguntas a mostrar de cada tema.
3. Iteración 3: desarrollo del módulo inteligente de tipos de suelos.

La figura 5 muestra una interfaz desarrollada en la iteración 1, donde se observa parte del contenido de los factores formadores del suelo.

Contenido

Inicio

Introducción

Definición de suelos

Funciones de los suelos en el ecosistema

Unidades de estudios de los suelos

Composición del suelo

Factores formadores del suelo

- El clima
- El relieve
- Los organismos
- El material parental
- El tiempo

Procesos formadores del suelo

Características del suelo

**Factores formadores del suelo**

El suelo es producto de la acción de diferentes factores sobre la roca o material parental. Se reconocen cinco factores que modulan la formación del suelo. Ellos son:

- El clima
- El relieve
- Los organismos
- El material parental
- El tiempo

Unidad II. El Suelo. Factores Formadores

**1. FACTORES FORMADORES DE SUELOS**

MATERIAL PARENTAL

CLIMA

ORGANISMOS

TIEMPO

RELIEVE

El clima

El clima, principalmente a través de la temperatura y la precipitación, acelera la

Preguntas

1) ¿Cuál factor forma está relacionado con rocas y minerales que constituyen un suelo?

Fig. 5. Contenido de los factores formadores del suelo

La figura 6 muestra la interfaz desarrollada en la iteración 2, donde se observa parte del módulo de evaluación y de las preguntas a mostrar de cada tema.

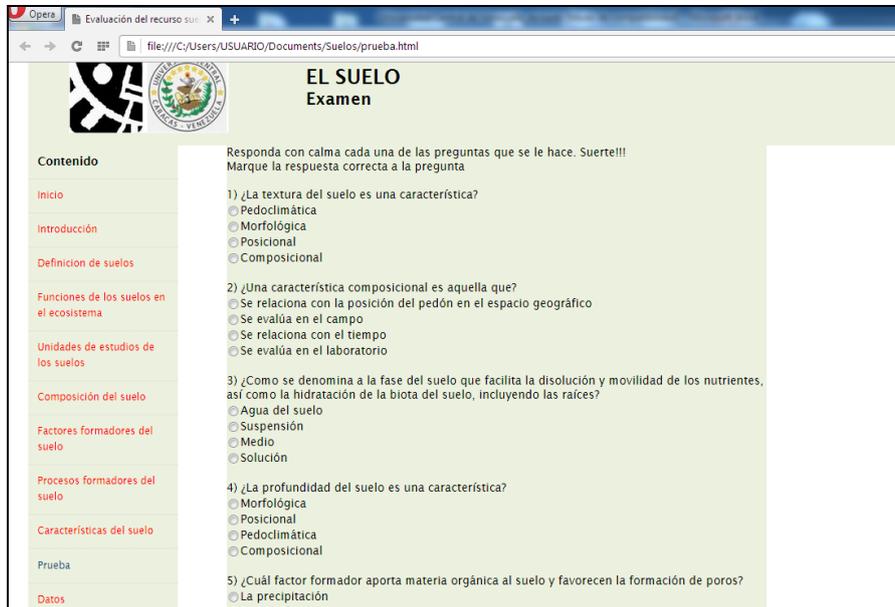


Fig.6. Muestra del módulo de evaluación.

La figura 7 muestra el módulo inteligente de identificación de tipos de suelos.



Fig. 7. Módulo inteligente de identificación de tipos de suelos.

## 2.6 Licenciamiento.

Se desarrolló RAICeS licenciado bajo Creative Commons Venezuela [8], específicamente la licenciado con CC:BY-NC-SA, que permite a otros, modificar y ampliar el recurso para fines no comerciales, siempre y cuando se otorgue crédito a su autor y la licencia de las nuevas obras creadas a partir de la original posean iguales términos y condiciones a la licencia original.

## 3 EVALUACIÓN Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Para evaluar RAICeS se realizaron pruebas heurísticas y se aplicó un instrumento tipo cuestionario a estudiantes de la escuela de biología de la UCV.

Las pruebas heurísticas consistieron en analizar la conformidad de la interfaz, con unos principios reconocidos de usabilidad (heurísticos) a través de la inspección de varios evaluadores, específicamente 6 estudiantes involucrados con los cursos de ecología de la UCV.

Los principios de usabilidad, corresponden a los criterios de evaluación de las heurísticas de Nielsen [9]:

1. Diálogo natural y simple.
2. Hablar el lenguaje del usuario.
3. Minimizar la carga cognitiva.
4. Consistencia.
5. *Feedback*.
6. Proveer claramente las salidas.
7. Proveer *shortcuts* (atajos de teclado).
8. Mensajes de error descriptivos.
9. Prevención de errores.
10. Asistencia al usuario.

La escala utilizada para la valoración de los problemas fue: 0 (no es un problema de usabilidad), 1 (problema cosmético), 2 (problema menor), 3 (problema mayor de usabilidad) y 4 (usabilidad catastrófica, imperativo fijar solución). La tabla 1 muestra los problemas más resaltantes encontrados con la evaluación heurística.

**Tabla 1.** Problemas más resaltantes encontrados con la Evaluación

<b>Problema</b>	<b>Heurística</b>	<b>Valoración</b>	<b>Solución</b>
Los contenidos no se presentan jerarquizados	H1	4	Organizar los contenidos y jerarquizarlos en el menú.
No se presenta resultado global de la evaluación.	H5	3	Sumar los resultados parciales de cada pregunta y mostrar al final de cada evaluación.
Al visualizar un contenido, no se sabe en qué parte del recurso se encuentra	H3	2	Utilizar migajas de pan y mostrar esa información allí.

Adicional a la evaluación heurística, en el proceso de evaluación de RAICeS, se utilizó un cuestionario como prueba de aceptación; en la creación del cuestionario de empleó la escala de Likert, planteando enunciados positivos y negativos, ante los cuales el evaluador debe mostrar su acuerdo o desacuerdo. Se utilizaron cinco alternativas de respuestas para cada enunciado: totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

El cuestionario se realizó en línea, empleando la plataforma del servicio web Google Drive (<https://drive.google.com>) y fue aplicado a los 15 estudiantes de biología. Se formularon 10 preguntas y se obtuvieron resultados favorables:

1. La visibilidad de los textos son adecuados: 12 personas (80%) respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo. Las otras 3 personas no están de acuerdo ni en desacuerdo.
2. El tamaño de los textos es adecuado: 13 personas (86,66%) están totalmente de acuerdo y de acuerdo. 2 no están de acuerdo ni en desacuerdo.
3. Los colores de los textos y ventanas son adecuados: 15 personas respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo.
4. La organización de los contenidos es la adecuada: 2 personas (13,33%) respondieron estar totalmente de acuerdo, 10 personas (66,66%) están de acuerdo, 2 personas (13,33%) no están de acuerdo ni en desacuerdo y 1 persona (6,66%) respondió estar en desacuerdo.
5. El Recurso informa de la ubicación del usuario (donde se encuentra): 12 personas (80%) respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo. Las otras 3 personas respondieron no estar de acuerdo ni en desacuerdo.
6. Utilizar el Recurso resultó intuitivo y fácil: 13 personas (86,66%) respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo. Las otras 2 personas respondieron no estar de acuerdo ni en desacuerdo.
7. Se necesita ser experto para utilizar el Recurso: 14 personas (93,33%) respondieron estar totalmente en desacuerdo y en desacuerdo. 1 persona respondió no estar de acuerdo ni en desacuerdo.
8. Las preguntas de las evaluaciones están acordes a los contenidos: 13 personas (86,66%) respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo. Las otras 2 personas respondieron no estar de acuerdo ni en desacuerdo.
9. El módulo inteligente de reconocimiento de suelos es fácil de utilizar: 13 personas (86,66%) respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo. Las otras 2 personas respondieron no estar de acuerdo ni en desacuerdo.
10. Recomendaría el uso de RAICeS para estudiar los suelos: 15 personas (100%) respondió estar totalmente de acuerdo y de acuerdo.

Se evidencian las opiniones positivas acerca de los aspectos de usabilidad del Recurso. Es necesario acotar que las preguntas del cuestionario buscaban indagar en opiniones relacionadas con aspectos de usabilidad referidos por Nielsen [9], en consecuencia, al obtener un mayor número de respuestas favorables, se puede decir que la aplicación es usable.

#### **4 CONCLUSIONES**

- RAICeS tiene comportamiento inteligente al implementar árboles de decisión en las actividades dinámicas, asociadas a la enseñanza de contenidos básicos sobre suelos. El desarrollo estuvo guiado por el Modelo de Diseño Instruccional ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación) y fue desarrollado con herramientas de vanguardia de software libre, como: HTML y HTML5, CCS, JavaScript, jQuery, XML, AJAX, LOMPAD y Reload Editor.
- El modelado de las interfaces resultó un proceso iterativo e incremental, donde se crearon escenarios de aprendizaje mediante casos de uso y se fue desarrollando un prototipaje gradual, siendo validados los contenidos de las interfaces con profesores expertos del área de ecología y suelos.
- La herramienta facilita la independencia de estudiantes universitarios en su proceso de aprendizaje; sin embargo, no está diseñada para sustituir al profesor y los libros de textos.
- Las encuestas realizadas revelan un reconocimiento general en el instrumento como herramienta deseable en el apoyo de los procesos de aprendizaje. En consecuencia, se abre la posibilidad de masificar su uso al poder hacer llegar a un número indefinido de estudiantes el material para un aprendizaje independiente.
- RAICeS puede ser compatible con otros recursos educativos, a través de metadatos, donde se utilizó el estándar LOM.

## Referencias

1. Jordán, A. (2006). Manual de Edafología. Universidad de Sevilla, España. 2006. Consultado el 9 de octubre de 2014, de: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/suelo-completo.pdf>.
2. Casanova, E. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. Ediciones CDCH UCV. ISBN: 980-00-2314-3.
3. Ibáñez, J. (2006). Funciones del Suelo, Calidad del Suelo y Representaciones del Sistema Edáfico: Las Funciones del Suelo. (en línea) Valencia, Esp. Consultado el 8 de octubre de 2014, de: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/05/09/21576>.
4. Atkins, D; Brown, J., Hammond, A (2007). Report to The William and Flora Hewlett Foundation (February 2007); pp.4. Consultado el 20 de febrero de 2014, de: <http://www.hewlett.org/programs/education-program/open-educational-resources>.
5. El Saddik, A., Shirmohammadi, S., Georganas, N., Steinmetz, R. (2000) JASMINE: Java Application Sharing in Multiuser Interactive Environments. Proceedings of IDMS '2000 (Enschede, Netherlands, 2000), Springer, 214-226.
6. Hernández, Y., Silva Sprock, A. (2013). Una Metodología Tecnopedagógica para la Construcción Ágil de Objetos de Aprendizaje Web. Revista Opción. Universidad del Zulia. Vol.29, N°70, Pp. 66-85. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <http://200.74.222.178/index.php/opcion/article/view/6602/6590>.
7. Asamblea Nacional. Decreto sobre Software Libre de la República Bolivariana de Venezuela (Decreto 3.390). Gaceta oficial N° 38.095, 2004.
8. Creative Commons Venezuela (2013). Consultado el 11 de octubre de 2014, de: <http://creativecommonsvenezuela.org.ve>.
9. Nielsen, J. (1994): "Heuristic evaluation". En: Nielsen, J., and Mack, R.L. Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, NY.