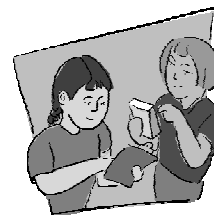


# Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre



## **Objetivo General**

Evaluar e investigar los cambios que se han producido en los principales tipos de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE utilizando el software MultiSpec, comparando dos imágenes de satélite Landsat tomadas con algunos años de diferencia.

## **Visión General**

El alumnado comparará dos imágenes de satélite del sitio de estudio GLOBE tomadas con algunos años de diferencia utilizando el software MultiSpec, e identificará los cambios producidos en la cobertura terrestre.

## **Objetivos Didácticos**

### *Conceptos Científicos*

#### *Ciencias de la Vida*

Los organismos pueden cambiar el ambiente en el que viven.

La Tierra posee diversos ambientes que albergan diversas combinaciones de organismos.

Todos los organismos deben ser capaces de obtener y utilizar recursos existentes en un ambiente que cambia constantemente.

Todas las poblaciones que viven juntas y los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Los humanos pueden cambiar el equilibrio del ecosistema.

#### *Geografía*

Cómo usar mapas (reales e imaginarios).

Las características físicas del lugar.

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

De qué forma los humanos cambian el ambiente.

### *Habilidades de Investigación Científica*

Uso de datos de cobertura terrestre, herramientas y tecnologías adecuadas para interpretar los cambios.

Recopilar datos geográficos e históricos para determinar la validez de las hipótesis sobre el cambio.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Desarrollar descripciones y pronósticos a partir de la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones y predicciones.

## **Nivel**

Secundaria.

## **Tiempo**

Dos o tres clases.

## **Frecuencia**

Una vez, pero se puede repetir el proceso según se van investigando más zonas dentro del sitio de estudio GLOBE.

## **Materiales y Herramientas**

Ordenador.

Programa MultiSpec (proporcionado por GLOBE o descargado de la Web)

2 grupos de imágenes Landsat TM del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (disquetes proporcionados por GLOBE) uno reciente y otro de hace algunos años, obtenidos aproximadamente en las mismas fechas del año.

Imágenes Landsat TM impresas del sitio de estudio GLOBE 15 Km x 15 Km.

Mapas de cobertura terrestre del alumnado del sitio de estudio GLOBE.

Mapas topográficos de la zona (si es posible).

Fotografías aéreas de la zona (si es posible).

*Introducción al Programa MultiSpec y Tutorial de Detección de Cambios.*

Datos MUC de clasificaciones previas de mapas de tipos de cobertura terrestre.

### *Preparación*

Instalar el programa MultiSpec en las computadoras que utilizará el alumnado.  
Copiar las imágenes en las computadoras en las que trabajará el alumnado.  
Familiarizarse con el MultiSpec y con el *Tutorial de Detección de Cambios*.

### *Requisitos Previos*

Revisar y practicar la *Introducción al Programa MultiSpec* y el *Tutorial de Detección de Cambios*.

## Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre – Introducción

Comparar las dos imágenes de satélite del sitio de estudio GLOBE. Una ha sido tomada antes que la otra. Sin embargo, las imágenes han sido georreferenciadas. Se dice que están georreferenciadas cuando las imágenes coinciden una con la otra, de manera que se puede colocar una imagen sobre la otra y cualquier punto de ella coincide con el mismo punto en la otra. ¿Qué ha cambiado entre las dos imágenes? ¿Se puede apreciar algún cambio en el tamaño de un barrio, en la forma o el tamaño del tipo de cobertura terrestre dominante? ¿Está el centro rodeado todavía por los mismos tipos de cobertura terrestre? ¿Se pueden distinguir más áreas cultivadas en la imagen? ¿Se ha producido algún gran evento, tal como una inundación, un terremoto, una sequía, un huracán, un tornado, etc., que haya cambiado el paisaje? ¿Ha cambiado el tipo o el tamaño de las zonas naturales? ¿Hay más casas de camino al centro educativo? ¿Se puede apreciar alguna evidencia de estos cambios en las imágenes de satélite?

Trabajar individualmente o en pareja. Preparar una lista de preguntas sobre lo que se ve en las imágenes. ¿Hay algo que se quiera saber sobre estas imágenes respecto a los cambios que se pueden observar? Es posible que algunos cambios no sean fáciles de ver, pero están.

Reducir la lista a una única pregunta. Una vez que se tenga la pregunta, preparar un plan para contestarla. Se necesitará utilizar la Guía de Campo del *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* y/o algunas de las demás *Guías de Campo de Cobertura Terrestre*. En el *Protocolo de Detección de Cambios de Cobertura Terrestre*, se podrán *combinar* las dos imágenes de satélite. Combinar consiste en unir las dos imágenes en una. Después de esto, se utilizará el software MultiSpec para detectar cambios.

Los científicos utilizan el mismo proceso para responder sus preguntas sobre cambios en las imágenes de satélite. En primer lugar, observan las diferentes imágenes. Después, se hacen preguntas sobre las imágenes. Una vez que se deciden por una pregunta utilizan protocolos científicos o técnicas de campo para contestarla. Los científicos pueden tener que añadir nuevos protocolos o utilizar algunos que ya hayan sido utilizados. Se puede hacer lo mismo en GLOBE con los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*.

Los mapas de cambios en la cobertura terrestre son los principales productos creados a partir de datos de teledetección. El seguimiento de los cambios es importante para comprender la Tierra como sistema. Conocer estos cambios es el primer paso para comprender porqué y dónde ocurren. Los datos de cambios se pueden utilizar para actualizar mapas. También pueden utilizarse para calcular el ritmo del cambio en determinadas zonas.

# Apoyo al Profesorado

## **Las Mediciones**

El *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* es la culminación de la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología*. Para alcanzar este punto, el alumnado deberá haber utilizado los *Protocolos Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre y Biometría* para recoger datos MUC, y después utilizar estos datos para crear mapas a partir de las imágenes de satélite. Para comprender la cobertura terrestre, el alumnado deberá estar motivado y listo para aprender sobre los cambios que se producen en el sitio de estudio GLOBE a lo largo del tiempo. Deberá tener interés en conocer cómo los futuros cambios pueden influir en el paisaje. Este protocolo es la aplicación de los anteriores, y donde se pueden incorporar otras investigaciones, si todavía no se ha hecho. La cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE puede influir en la temperatura y, en algunos casos, en la precipitación de la zona. La historia de la cobertura terrestre puede también influir en el suelo y en los cuerpos de agua cercanos. Por ejemplo, los suelos de los bosques que anteriormente fueron áreas cultivadas pueden tener características que indiquen este hecho. Las zonas actuales de cultivo con altos niveles de nitrógeno en el suelo, pueden influir en los valores de nitrógeno de los cuerpos de agua cercanos. Sobra decir que la temperatura, la precipitación, el suelo y la hidrología pueden también influir en los tipos de cobertura terrestre de una zona. Por ejemplo, la sequía puede causar la muerte de un campo de vegetación herbácea. No hay tundra cerca del Ecuador. Existen otras relaciones que se pueden querer estudiar. El *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* puede ser el punto de partida para estudiar tales relaciones. La introducción del alumnado puede iniciarles a pensar en estos temas, pero es posible que ellos mismos se hayan planteado preguntas, tales como cómo puede influir un nuevo desarrollo urbanístico en su vecindario en el suministro de agua o en un humedal cercano. Aunque las directrices este protocolo son sencillas, el propósito real de este protocolo es utilizarlo para identificar y estudiar

las preguntas del alumnado sobre su entorno en continuo cambio.

## **Obtención de los Datos Landsat**

Es posible que su centro educativo haya recibido ya más de una imagen Landsat; sin embargo, este protocolo requiere que las dos imágenes a comparar estén georreferenciadas y hayan sido adquiridas en la misma época del año. Se pueden pedir a GLOBE parejas de imágenes contactando con la Coordinación Nacional o con el Equipo de Ayuda de GLOBE. Antes de solicitar las imágenes el centro debe realizar el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora* y haber mandado el informe de mediciones de, al menos, 10 sitios de muestreo de cobertura terrestre a GLOBE.

**Complemento para el Profesorado:** Por cada combinación de bandas que se utilice para investigar cambios, utilizar el menú File (Archivo) para guardar la imagen en un disquete como archivo TIFF. Si se dispone de una impresora a color, imprimir copias para compararlas con los mapas de cobertura terrestre del alumnado. El alumnado debería preparar un listado de la naturaleza de los cambios que se han detectado. Enviar copias de los mapas de cobertura terrestre, de las imágenes de cambio y un listado de cambios al Archivo de Datos de los Estudiantes GLOBE, siguiendo las instrucciones que se dan en el apartado *Cómo Enviar Fotografías y Mapas*, de la *Guía de Implementación*.

## **Apoyo a las Mediciones**

Todos los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*.

## **Preparación del Alumnado**

Comprender el MUC.

Implementar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, al menos de 10 veces.

Realizar y comprender el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora*.

Estudiar y practicar la *Introducción al Programa MultiSpec* y el *Tutorial de Detección de Cambios*.

## Consejos Útiles

- Cuando el alumnado observa las dos imágenes es posible que no vea ninguna zona con un cambio importante entre ellas. Esto no significa que no se hayan producido cambios, si no que los cambios son relativamente pequeños.
- Comparar una única banda Landsat entre dos años es útil para observar los cambios en diferentes tipos de cobertura terrestre. Cada banda tiene aplicaciones específicas basadas en las firmas espectrales de los diferentes tipos de cobertura terrestre.
- Si un píxel en la imagen más reciente es más brillante que en la imagen más antigua, ese píxel aparecerá en verde. Esto significa un incremento en la propiedad medida.
- Si un píxel de la imagen más antigua tiene una reflectancia alta, el rojo y el azul producirán el color magenta, indicando un descenso en la cantidad que se está midiendo de la imagen más reciente.
- Dado que una fuerte reflectancia en el visible se asocia generalmente a materiales minerales expuestos (desarrollo urbano, rocas, suelo desnudo) se puede deducir que en una combinación (1, 6, 1), las zonas en verde han sufrido un incremento en el desarrollo urbano. La banda 1 de Landsat (azul) es útil para las transformaciones realizadas por el hombre.
- Es importante tener en cuenta la época del año en que la imagen de satélite fue obtenida. La mayoría de las veces las imágenes serán de la misma época del año, aunque puede que haya algunas semanas de diferencia que sean cruciales. Por ejemplo, en una imagen es posible que las plantas no tengan todavía todas sus hojas o puede que no se hayan sembrado ciertas cosechas. En una combinación (4, 9, 4), en la que las zonas verdes en dos imágenes diferentes obtenidas en épocas diferentes del año son evidentes, existe el problema de decidir en qué medida el cambio se debe a un incremento real de la zona cultivada, y en qué medida se debe a la variación estacional. (Ver el ejemplo en las imágenes de Durham, NH, en el *Tutorial de*

## *Detección de Cambios.*)

- Si se encuentran lugares que parecen mostrar un incremento en la vegetación en la imagen más reciente, se puede deducir con más seguridad que estas zonas representan un incremento real. Por otro lado, las zonas que aparecen en magenta en la imagen más reciente y que aparecen en verde en la imagen más antigua podrían representar zonas de descenso en la vegetación. La banda 4 de Landsat (infrarrojo cercano) es útil para zonas con vegetación.
- Pedir al alumnado que complete los nombres de los archivos que van a utilizar en sus *Guías de Campo*.

## **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

- ¿Qué tipo de cobertura terrestre (clase MUC) es la que más ha cambiado? ¿Cuáles son las causas para este cambio?
- En líneas generales, ¿se ha producido aumento o un descenso en la vegetación?
- Observar otras zonas de cambio. Intentar explicar por qué se han producido. ¿Se deben a que las imágenes de satélite son de épocas diferentes (por ejemplo, verano-invierno, estación seca vs estación húmeda), se deben a la influencia del ser humano, o a un gran acontecimiento ambiental (incendio, inundación, etc.)?
- ¿Cómo se puede usar esta información sobre cambios para ayudar a la comunidad?
- ¿Cómo cambiaría la imagen del satélite si se comparara con otras estaciones? ¿Cómo sería la imagen combinada?
- ¿Cómo influye la temperatura y la precipitación justo en el momento anterior a las imágenes? El alumnado deberá investigar esta pregunta.
- Si se vive en una región costera, ¿cómo influyen las mareas? Se deberá investigar las horas de marea baja y alta en las fechas de las imágenes. Recordar que las imágenes Landsat se obtienen por la mañana.

# Protocolo de Detección de Cambios

## Guía de Campo

### **Actividad**

Utilizar MultiSpec para los combinar datos digitales de las dos imágenes del sitio de estudio GLOBE (adquiridas con algunos años de diferencia) en una sola imagen y analizar la imagen resultante para conocer los cambios que se han producido en los tipos de cobertura terrestre.

### **Qué se Necesita**

- *Introducción al Programa MultiSpec y el Tutorial de Detección de Cambios*
- Programa MultiSpec
- Datos MUC de mapas de tipos de cobertura terrestre previos.
- 2 imágenes Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (disquetes proporcionados por GLOBE), una reciente y la otra unos años anterior).
- Computadora.

### **Qué Hacer**

1. Comparar las imágenes Landsat TM de las dos fechas. ¿Qué diferencias se pueden observar entre ellas?
2. Ejecutar el programa MultiSpec en la computadora.
3. Desde el menú **File** (Archivo) seleccionar **Open Image** (abrir imagen).
4. Seleccionar y abrir la imagen más antigua del sitio de estudio. El archivo se llama \_\_\_\_\_. Seguir las indicaciones por defecto del *Tutorial de Detección de Cambios*.
5. Seleccionar y abrir la imagen más reciente del sitio estudio GLOBE. El archivo se llama \_\_\_\_\_. Hacer clic el recuadro **Link to Active File** (Conexión Archivo Activo).
6. Dar formato, nombrar y guardar la nueva imagen (llamada \_\_\_\_\_) usando las directrices del *Tutorial de Detección de Cambios*.
7. Abrir la imagen más reciente y seguir las instrucciones del *Tutorial de Detección de Cambios* para guardar las estadísticas.
8. Examinar la imagen en busca de cambios según las instrucciones del *Tutorial de Detección de Cambios*.
9. Guardar la imagen de cobertura terrestre (1, 6, 1) y la imagen de la vegetación (4, 9, 4) utilizadas para la comparación como archivos TIFF. Seguir las indicaciones del profesor para enviar los datos a GLOBE.

## Observación de los Datos

### **¿Son razonables los datos?**

Después de crear la imagen de detección de cambios en la cobertura terrestre, se habrá llegado a algunas conclusiones sobre qué tipos de cobertura terrestre han experimentado incrementos o disminuciones en el tiempo entre las dos imágenes. Cambios en la cobertura terrestre cambian tanto en el tiempo como en el espacio. Algunos de estos cambios, como el proceso de sucesión en las áreas arboladas, son naturales. Otros, son “antropogénicos”, es decir, producidos por el hombre. Para determinar si estos cambios aparentes son razonables, utilizar los datos que se han recogido en el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Los sitios de muestreo de cobertura terrestre que se han visitado serán de ayuda para determinar la precisión de los mapas de cobertura terrestre. Si se necesitan más datos de los que se dispone, simplemente aplicar el protocolo para obtenerlos.

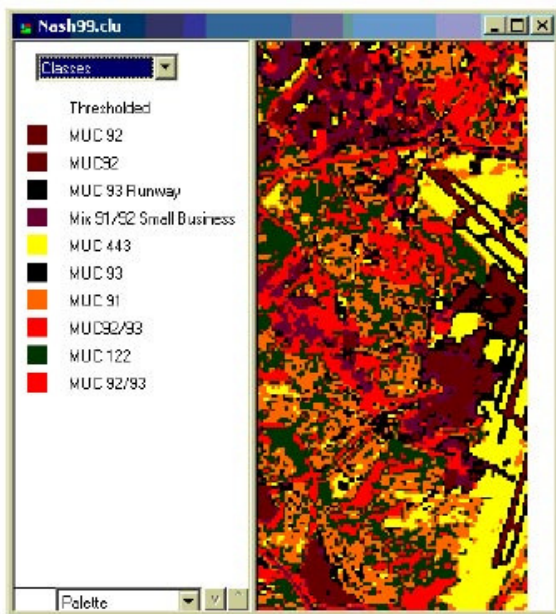
Por ejemplo, si la imagen de cambios parece mostrar un gran incremento de la zona urbana en el sitio de estudio GLOBE, se necesitará visitar estas áreas para determinar si este es realmente el caso. Recordar que algunos tipos de cobertura parecen muy similares en las imágenes Landsat. Las nubes, la arena de la playa y las zonas muy urbanizadas pueden parecer casi idénticas, y pueden no distinguirse bien. Dado que el sitio de estudio GLOBE es conocido, se debe utilizar la propia familiaridad con el área para determinar si los cambios que se muestran son razonables.

### **¿Qué buscan los científicos en estos datos?**

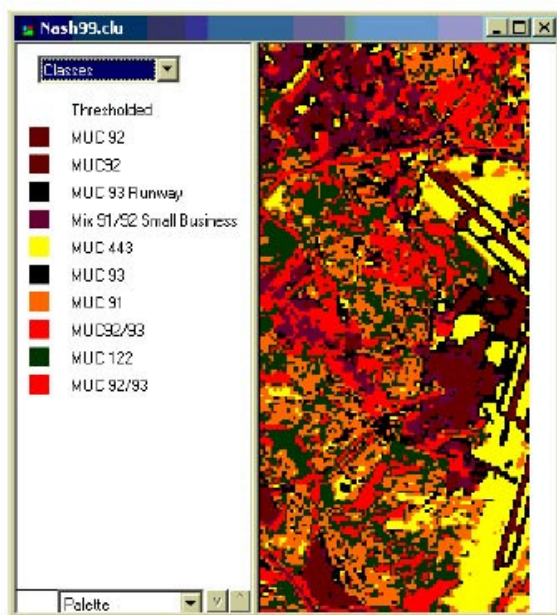
Los científicos que estudian el ambiente utilizan los datos de cobertura terrestre para ayudar a desarrollar modelos informáticos lo más completos posibles, los mismos que se aplican desde temas como la circulación atmosférica hasta la captación del carbono por los distintos componentes del ambiente. A menudo, las imágenes de satélite se utilizan para determinar la cobertura terrestre. Si estas imágenes no están actualizadas no serán una fuente precisa para los modelos. Además, generalmente los científicos deben estimar los tipos de cobertura terrestre sin visitar el área en cuestión. Los datos sobre cambios en la cobertura terrestre pueden ayudar a los científicos a poner a punto sus modelos. Estos datos son también muy valorados para quienes se encargan del planeamiento urbanístico, quienes no siempre pueden ver el cambio a tan gran escala. Para entender adecuadamente lo que ha ocurrido, y ayudar a pronosticar lo que puede todavía ocurrir, los científicos necesitan conocer qué cambios se han producido y cuánto tiempo se ha necesitado para esos cambios. A partir de estos datos se pueden calcular tasas de cambio. Las tasas y la dirección de los cambios ayudan a pronosticar qué puede ocurrir a continuación.

### ***Ejemplo de Investigación de los Estudiantes***

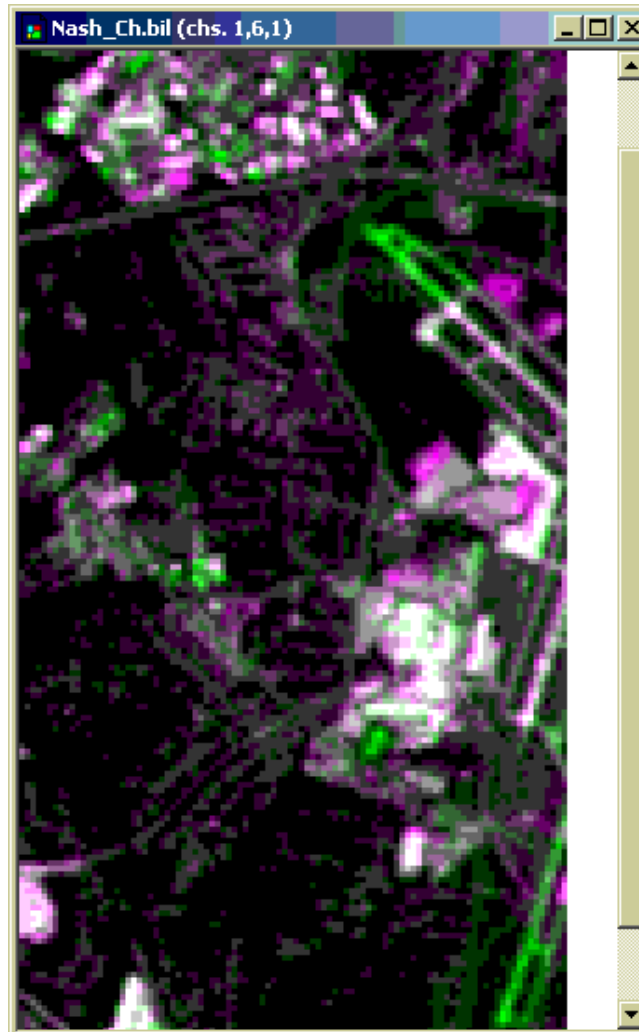
El alumnado del área de Nashville, Tennessee, está investigando el cambio en el tiempo en los alrededores del Aeropuerto Internacional de Nashville. Sabían que en lapso de tiempo transcurrido entre las imágenes del Landsat 5 y 7, las pistas de aterrizaje se habían alargado. Este grupo creó un mapa de cobertura terrestre con el ordenador de una parte de su imagen de 1992 que incluía el aeropuerto.



A continuación crearon un mapa de su imagen de 1999 de la misma área.



Examinando estos mapas, estaban seguros de que se había producido un incremento significativo en la zona del aeropuerto en el tiempo transcurrido entre ambas imágenes. Utilizaron el *Tutorial de Detección de Cambios* para crear una imagen de cambios.



El grupo encontró que esta imagen indicaba un desarrollo en el aeropuerto. Podían ver el cambio representado como áreas en verde en los extremos de las pistas de aterrizaje. También observaron que allí había otras áreas verdes, es decir, de cambio. Pensaron que esto podría indicar sitios de desarrollo urbanístico. Sabían que las áreas de color magenta sugerían sitios donde se podría haber producido un descenso en el desarrollo de algún tipo de cobertura terrestre. El MUC 91 (áreas residenciales) mostraba esto. El grupo se preguntaba si esto era debido a los árboles plantados alrededor de las casas y decidieron que debían visitar el lugar para confirmar sus ideas.