

Dinámica de cuencas

Edad estimativa 10 a 17 años.	Áreas del Conocimiento Ciencias del Ambiente, Matemática, Historia.	Lugar Salón de clases.
Duración Tiempo de preparación: Opción I: 15 minutos. Opción II: 15 minutos. Tiempo de la actividad: Opción I: 45 minutos. Opción II: 90 minutos.	Habilidades Recopilar información, analizar (calcular y comparar), interpretar (relacionar causa y efecto).	Interrelaciones Previamente al inicio de esta actividad los alumnos deberán tener el concepto de cuenca hídrica.
	Vocabulario Precipitación, cuenca, escorrentía, crecida.	

¿Cómo piensas que influye el desarrollo en la respuesta de una cuenca?

Resumen

Mediante la interpretación de mapas y un adecuado análisis los alumnos observan la forma en que el desarrollo afecta la respuesta de una cuenca hídrica.

Objetivos

Los alumnos:

- *Identificarán distintos tipos de usos del suelo como bosques, pastizales, explotaciones agrícolas, ganaderas, parques industriales, asentamientos urbanos, espejos de agua, etc.*
- *Analizarán el efecto de estos usos del suelo sobre la escorrentía.*
- *Analizarán el impacto del cambio de usos del suelo sobre la escorrentía de una cuenca.*
- *Comprenderán el efecto del desarrollo sobre la respuesta de una cuenca y podrán discutir alternativas para minimizar este impacto.*

Materiales

- *Mapas y fotografías de la zona de estudio.*
- *Copia de los mapas A, B y C.*

Para la Opción 1:

- *Lápices de colores.*

Para la Opción 2:

- *Copia de la Tabla- Superficies para cada uso de suelo (mapas A, B y C).*
- *Copias de la Tabla- Volumen precipitado, escorrentía y volumen escurrido (mapas A, B y C).*

Preliminar

Aprender sobre el pasado nos ayuda a planear el futuro. Los mapas históricos secuenciales nos permiten conocer la evolución de una cuenca. Al analizar el uso de suelo en el pasado y compararlo con la situación actual se puede conocer la tendencia del desarrollo y su efecto en la escorrentía. Esto nos permitirá planificar el crecimiento para mitigar el impacto del desarrollo sobre la escorrentía.

Procedimiento

Presentación

Proponga a los alumnos investigar cómo era su comunidad hace 100 años buscando fotografías antiguas, reseñas en los periódicos y haciéndose algunas preguntas:

- ¿Cómo se veía tu ciudad y la región que la rodea hace 50 ó 100 años?
- ¿Cómo ha crecido?
- ¿Había calles? ¿Eran de tierra, mejoradas, pavimentadas?
- ¿Qué sucedía cuando llovía?
- ¿Cómo escurría el agua?
- ¿Quedaba retenida en alguna zona baja?
- ¿Ha cambiado algo con respecto a hoy?

Explique a los alumnos que los mapas nos muestran cosas del pasado y que posiblemente respondan a preguntas de este tipo.

Desarrollo

Provea a los alumnos copias de los Mapas A, B y C.

Explíqueles que representan el uso del suelo de una parte de una cuenca a lo largo de 100 años. Se estudiará la variación del volumen de agua aportado al río por esta superficie debida a los cambios en el uso del suelo a lo largo de los años. A cada cuadrado de la cuadrícula se le asignará un uso de suelo.

A continuación se presentan dos opciones de distinto grado de dificultad. La **Opción 1** puede ser adecuada para alumnos más pequeños. Para resolver la **Opción 2** los estudiantes deberán saber calcular fracciones y porcentajes.

Opción 1

1. Pida a los alumnos que observen los mapas A, B y C. Explíqueles que representan el uso del suelo de una parte de una cuenca a lo largo de 100 años. Pídales que observen las referencias y que asignen a cada uso de suelo un color distinto que utilizarán en los tres mapas (p. e.: color verde para todas las áreas de bosque).
2. Cuando terminen de colorear pídeles que cuenten la cantidad de cuadraditos de cada color que hay en cada mapa. Pídales que comparen la cantidad de áreas de bosque, urbanas, etc. que hay en cada mapa.
3. Discutan sobre preguntas del tipo:
 - ¿Cómo cambió el área de bosque entre los mapas A y C?
 - ¿Cuál mapa presenta la mayor superficie de asentamientos urbanos?
 - Discutan sobre el efecto de estos cambios en el uso del suelo sobre la escorrentía.
 - ¿Los alumnos habrían manejado el desarrollo de otro modo?

Opción 2

1. Pida a los alumnos que calculen la superficie de los mapas. Cada unidad de la cuadrícula representa 1 km² por lo cual el área total es de 360 km².
2. Para cada mapa pida a los alumnos que calculen la superficie asignada a cada uso de suelo. Los alumnos deben registrar sus respuestas en la Tabla 1- "Cobertura de la Superficie del Terreno".
3. Para cada mapa pida a los alumnos que calculen los porcentajes de superficie asignada a cada uso de suelo. Los alumnos deben registrar sus respuestas en la Tabla 1- "Cobertura de la Superficie del Terreno".
4. Si cae sobre la cuenca una lluvia de 50 mm, pida a los alumnos que calculen en hm³ el volumen de agua precipitado sobre la cuenca.

$$\text{Será: } 360000000 \text{ m}^2 * 0.05 \text{ m} = 18000000 \text{ m}^3 = 18 \text{ hm}^3$$

5. Discuta los cambios en la cobertura del terreno presentados en los mapas A, B y C. Pida a los alumnos que consideren cómo habrán variado los escurrimientos, para la misma lluvia, en estos últimos 100 años. ¿Habrán aumentado o disminuido?
6. Pida a los alumnos que calculen en hm^3 el volumen de agua que escurrirá por el arroyo. Para ello deberán consultar la Tabla 2- “Volúmenes precipitado y escurrido”, en la cual se asignan coeficientes de escorrentía hipotéticos para distintos usos de suelo.
7. Discutan el impacto de los cambios en el uso del suelo con preguntas como:
 - *¿Qué superficie absorbe más agua, un techo, un jardín, un bosque (o un pastizal), un estacionamiento...?*
 - *¿Cuál de los mapas (A, B o C) representa una mayor capacidad del terreno para almacenar agua?*
 - *¿Qué problemas podrían surgir si el agua escurriera con rapidez sobre la superficie del terreno?*
 - *¿Cómo se podría afectar la calidad del agua del río debido a los cambios observados en la cuenca?*

Este ejercicio es un ejemplo que permite mostrar el impacto de los cambios en el uso del suelo. En muchas áreas urbanas se toman medidas para la administración del agua que permiten retenerla y neutralizar o al menos reducir, el impacto antrópico.

Cierre

Pida a los alumnos que hagan, para una misma precipitación, un pequeño informe sobre el impacto de los cambios en el uso del suelo sobre el volumen de agua escurrida. Pida además, que analicen cómo puede verse afectada la calidad del agua que escurre y cómo puede verse afectado el ambiente. Lleve a los alumnos a realizar una recorrida por el barrio de la escuela para observar las áreas que aumentan o disminuyen la escorrentía (estacionamientos, caminos, parques). Si se presentara la oportunidad, sería muy interesante que los alumnos asistieran a una audiencia pública.

Se podrá proponer a los alumnos hacer un mapa que muestre cómo será la región dentro de 100 años. En ese caso se les puede proponer que intenten remediar el impacto que causará el incremento de la población urbana o la instalación de parques industriales.

Bibliografía

2005 “Project WET Curriculum & Activity Guide”, Project WET International Foundation.
Email: info@projectwet.org, www.projectwet.org

Marco Teórico

Este ejercicio se centrará en analizar los cambios, a lo largo del tiempo, en el volumen de agua descargado por una cuenca ante una misma cantidad de lluvia. Entonces, podríamos comenzar definiendo el concepto de cuenca hídrica:

“Es el área de terreno que drena el agua precipitada sobre ella hacia el lugar de captación (lagunas, lagos, mares, océanos).”

Para delimitar una cuenca se necesita establecer un punto de cierre. Entonces, sobre un curso de agua determinaremos una sección transversal a la que llamaremos “cierre” y analizaremos el volumen de agua que pasa por esa sección en respuesta a una lluvia.

El agua que escurre es captada por la red hídrica (arroyos, lagunas, ríos) y conducida hacia su descarga en cuerpos de agua mayores como lagos o mares.

Haciendo una breve síntesis del ciclo hidrológico en una cuenca, podríamos decir que el agua proveniente de las precipitaciones podrá seguir distintos caminos:

- **No alcanzar el suelo** y *quedar retenida en techos, follaje o encharcada y de allí volver a la atmósfera al evaporarse.*
- **Alcanzar el suelo**, pudiendo tomar dos caminos principales:
 - *Infiltrarse contribuyendo a la humedad del suelo. Desde allí podrá ser captada por las plantas y volver a la atmósfera, escurrir por el subsuelo hacia su descarga en un río o en un lago o infiltrar más profundamente contribuyendo a la recarga de un acuífero.*
 - *Escurrir superficialmente hacia su descarga en la red hídrica.*

En este trabajo nos centraremos en el agua que escurre superficialmente.

Para poder estimar el volumen de agua escurrido por el punto de cierre de una cuenca es muy importante conocer los usos del suelo. A modo de ejemplo estos usos podrían ser: urbano (residencial, áreas verdes y comercio), agrícola, ganadero, industrial, vías de comunicación, bosques, pastizales, parques, red hídrica, humedales. **Los cambios de estos usos de suelo pueden tener un impacto significativo en la respuesta hídrica de una cuenca.**

La cantidad de agua que descarga una cuenca dependerá, entre otras cosas de las condiciones de uso de suelo que determinarán áreas de mayor o menor permeabilidad. La permeabilidad del suelo para distintos usos del mismo se puede expresar a través del Coeficiente de Escorrentía (C_{esc}) el cual establece la relación entre el volumen de agua que escurre y el precipitado ($0 \leq C_{esc} \leq 1$) (*se puede trabajar en volúmenes de agua o en láminas*). Cuando se urbaniza una zona se aumenta considerablemente su impermeabilidad y esto causa dos efectos: un aumento del volumen de agua escurrido y una reducción en el tiempo de respuesta, lo que produce una mayor exposición a inundaciones. El aumento de las velocidades de escurrimiento del agua favorece la erosión del suelo.

Los bosques y praderas crean una cubierta que hace que el agua llegue más suavemente al suelo favoreciendo la infiltración y protegiéndolo de la erosión. Los humedales permiten retener el agua, retardando la descarga. En áreas susceptibles de erosión, la incorporación de medidas de conservación del suelo como cultivos de protección, canales de escurrimiento temporario recubiertos por pasto, por ejemplo, permitirá reducir la erosión y en consecuencia reducirá la carga de sedimentos al río.

Actualmente se utilizan Sistemas de Información Geográfica (SIG) para almacenar datos y generar mapas, por ejemplo, sobre el uso de suelos, riesgo de inundación y erosión ante diferentes escenarios. Se puede generar un mapa que muestre la cuenca de un río en determinada sección de cierre, sus principales tributarios, las áreas inundables y superponerlas con las áreas urbanas e identificar las áreas susceptibles de inundación. Esta información es muy valiosa para la toma de decisiones a todo nivel (personal, municipal, planificadores, banqueros, inmobiliarios, etc.). Se pueden planificar obras, definir áreas destinadas a administrar los volúmenes de agua, por otra parte se puede hacer un análisis de la evolución del uso de suelo a lo largo del tiempo, etc.

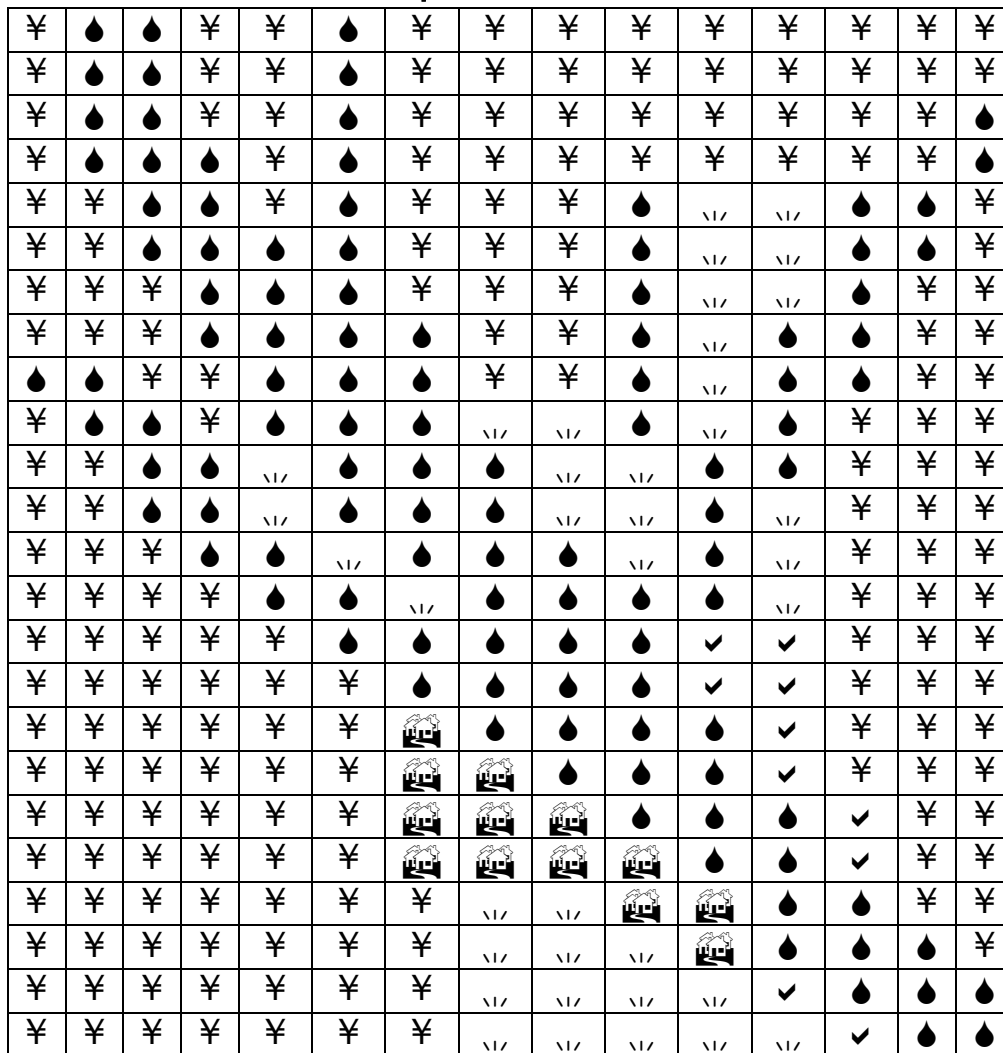
1. Tabla 1 “Cobertura de la Superficie del Terreno”.

Uso del Suelo	Mapa A Hace 100 años		Mapa B Hace 50 años		Mapa C Actualidad	
	[km ²]	%	[km ²]	%	[km ²]	%
<i>Agricultura</i>						
<i>Arroyos</i>						
<i>Bosques</i>						
<i>Industrial</i>						
<i>Pastizales</i>						
<i>Urbano</i>						
Total						

Tabla 2 “Volúmenes precipitado y escurrido”.

Uso del Suelo	C _{esc}	Mapa A Hace 100 años		Mapa B Hace 50 años		Mapa C Actualidad	
		Volumen Precipitado [hm ³]	Volumen Escurrido [hm ³]	Volumen Precipitado [hm ³]	Volumen Escurrido [hm ³]	Volumen Precipitado [hm ³]	Volumen Escurrido [hm ³]
<i>Agricultura</i>	0.3						
<i>Arroyos</i>	1.0						
<i>Bosques</i>	0.2						
<i>Industrial</i>	0.8						
<i>Pastizales</i>	0.1						
<i>Urbano</i>	0.6						
Volúmenes Totales							
C_{escMedio}							

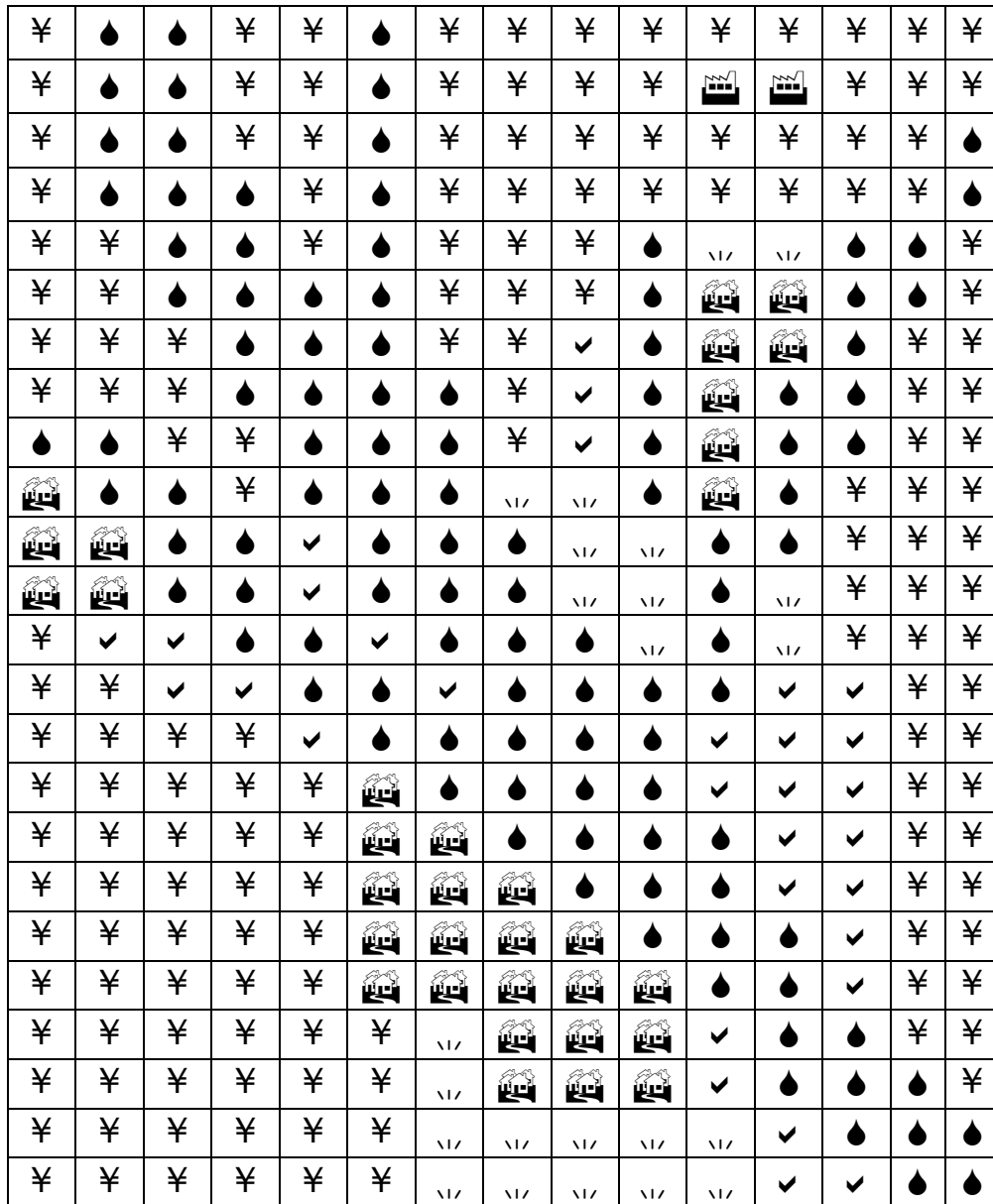
Mapa A - Hace 100 años.



Referencias

✓	Agricultura
●	Arroyos
¥	Bosque
∩	Industrial
∩	Pastizales
∩	Urbano

Mapa B - Hace 50 años.



Referencias

✓	Agricultura
●	Arroyos
¥	Bosque
🏭	Industrial
∖∖	Pastizales
🏡	Urbano

Mapa C - Actualidad.

¥	☹	☹	✓	¥	☹	¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
¥	☹	☹	✓	¥	☹	¥	¥	¥	¥	🏭	🏭	¥	¥	¥
¥	☹	☹	✓	¥	☹	¥	¥	¥	¥	🏭	🏭	¥	¥	☹
¥	☹	☹	☹	¥	☹	¥	¥	¥	¥	🏭	🏭	¥	¥	☹
✓	✓	☹	☹	¥	☹	¥	¥	¥	☹	∩	∩	☹	☹	¥
✓	✓	☹	☹	☹	☹	¥	¥	¥	☹	🏭	🏭	☹	☹	¥
✓	✓	✓	☹	☹	☹	¥	¥	✓	☹	🏭	🏭	☹	¥	¥
✓	✓	✓	☹	☹	☹	☹	¥	✓	☹	🏭	☹	☹	¥	¥
☹	☹	✓	¥	☹	☹	☹	¥	✓	☹	🏭	☹	☹	¥	¥
🏭	☹	☹	¥	☹	☹	☹	∩	✓	☹	🏭	☹	🏭	🏭	¥
🏭	🏭	☹	☹	✓	☹	☹	☹	✓	✓	☹	☹	🏭	🏭	¥
🏭	🏭	☹	☹	✓	☹	☹	☹	✓	✓	☹	∩	🏭	🏭	¥
✓	✓	✓	☹	☹	✓	☹	☹	☹	✓	☹	∩	🏭	🏭	¥
✓	✓	✓	✓	☹	☹	✓	☹	☹	☹	☹	✓	✓	✓	¥
¥	¥	✓	✓	✓	☹	☹	☹	☹	☹	✓	✓	✓	✓	¥
¥	¥	🏭	🏭	🏭	🏭	☹	☹	☹	☹	✓	✓	✓	✓	¥
¥	¥	🏭	🏭	🏭	🏭	🏭	☹	☹	☹	☹	🏭	🏭	🏭	¥
¥	¥	¥	¥	¥	¥	🏭	🏭	🏭	☹	☹	☹	🏭	🏭	¥
¥	¥	¥	¥	¥	¥	🏭	🏭	🏭	🏭	☹	☹	☹	🏭	¥
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥	∩	🏭	🏭	🏭	✓	☹	☹	¥
¥	✓	✓	¥	¥	¥	∩	🏭	🏭	🏭	✓	☹	☹	☹	¥
¥	✓	✓	¥	¥	¥	∩	✓	✓	✓	✓	✓	☹	☹	☹
¥	¥	¥	¥	¥	¥	∩	✓	✓	✓	✓	✓	✓	☹	☹

Referencias

✓	Agricultura
☹	Arroyos
¥	Bosque
🏭	Industrial
∩	Pastizales
🏭	Urbano