

**Reglas del juego:**

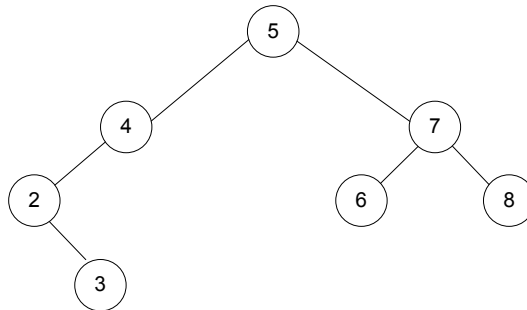
- Su nombre y su firma a la aceptación del compromiso de no hacer fraude, en la hoja de respuestas a este examen, deben ir en lapicero. Si emplea más de una hoja márkelas TODAS de igual forma.
  - Por ningún motivo puede salir del salón, antes de terminar el examen. De manera que si se retira se considerará que terminó su trabajo.
1. Una aerolínea cuenta con la información del cubrimiento aéreo de su flota hacia las principales capitales mundiales, almacenada en una estructura tipo grafo dirigido, que ha sido implementado mediante Conjunto de Adyacencias.

Elabore todos los métodos necesarios, para que dada una ciudad origen y una ciudad destino, se informe al usuario si hay una ruta disponible entre ambas ciudades. Tenga en cuenta las siguientes aclaraciones:

- Al ser un grafo dirigido, el que exista una ruta Bogotá – Madrid, no implica que también exista la ruta Madrid – Bogotá, a no ser que esta ruta también haya sido agregada al grafo.
- Si por ejemplo hay un vuelo Bogotá – Madrid y otro Madrid – París, se asume a Madrid como una conexión, por lo que la ruta Bogotá-París también existiría.

**(Valor 2.5)**

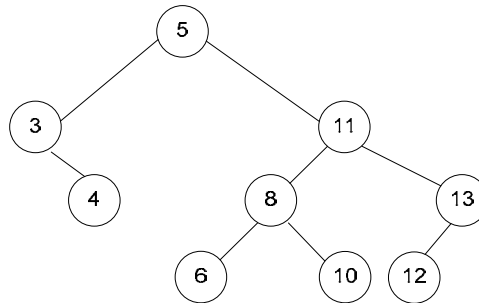
2. Indique cada uno de los estados de la estructura tipo Árbol Binario de Búsqueda, después de eliminar cada uno de los siguientes elementos: 5, 4, 6


**(Valor 2.5)**
**Bono**

Escoja UNA de las dos preguntas a continuación. Tenga en cuenta que en caso de responder ambas, ninguna de las dos será tenida en cuenta para la evaluación:

**(Valor 1.0)**

3. Indique, paso a paso, los movimientos a realizar en la estructura del siguiente árbol, para mantenerlo balanceado después de insertar el elemento 9. Recuerde que el concepto de árbol balanceado consiste en que para cada nodo, su factor de balanceo (altura del subárbol izquierdo – altura del subárbol derecho) sea de 0, +1 ó -1.



4. Indique paso a paso los movimientos a realizar en la estructura del siguiente árbol B de grado 5, después de insertar los elementos PL e IE. Recuerde que cada nodo debe contener mínimo  $(k-1)/2$  y máximo  $k-1$  elementos (siendo  $k$  el grado del árbol), excepto la raíz que puede contener desde 1 hasta  $k-1$  elementos.

