

## FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

### Examen Agosto 2001 - SOLUCIONES

#### Parte 1 – Diseño Relacional (25 puntos)

Parte a)

Dado el esquema  $R(A,B,C,D,E,G,H)$  y la siguiente instancia particular:

A	B	C	D	E	G	H
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$	$g_1$	$h_1$
$a_1$	$b_1$	$c_2$	$d_1$	$e_2$	$g_2$	$h_2$
$a_1$	$b_2$	$c_1$	$d_1$	$e_2$	$g_1$	$h_1$
$a_1$	$b_2$	$c_2$	$d_1$	$e_1$	$g_2$	$h_2$
$a_2$	$b_2$	$c_1$	$d_1$	$e_1$	$g_1$	$h_1$

A partir de la instancia anterior Ud. puede concluir sin lugar a dudas que:

- a) El conjunto de los atributos ABC es clave.
- b)  $D \twoheadrightarrow E \mid GH$ .
- c) No se cumple que  $D \rightarrow E$ .
- d) No se puede afirmar nada en particular.

**Fundamentación de la respuesta:** Dado que sólo se considera una instancia en particular, no es posible inferir a partir de ella que se cumple alguna dependencia de algún tipo. Todas las definiciones de dependencias involucran a TODAS las instancias posibles. Sin embargo, una instancia en particular puede servir como contraejemplo para algunos tipos de dependencia. De esta forma, como la primer y segunda tupla tienen el mismo valor en D y diferentes valores en E se puede garantizar que no se cumple la dependencia  $D \rightarrow E$ .

Parte B)

Dado el esquema  $R(A,B,C,D,E,G,H)$  y el siguiente conjunto de dependencias funcionales:

$F = \{ HG \rightarrow CB, EBD \rightarrow G, C \rightarrow D, B \rightarrow A, EBC \rightarrow G \}$

- 1) Seleccione la opción que contiene solamente a todas las claves de R.
  - a) HCEB, GHE.
  - b) GHE.
  - c) GHE, BCHE, HEBD.
  - d) AHE, GHE, HEC, HED.

**Fundamentación de la respuesta:** Los atributos H y E no aparecen nunca a la derecha de ninguna dependencia, por lo que deberán aparecer en todas las claves. Por otro lado el atributo A no aparece nunca a la izquierda por lo que nunca aparecerá en ninguna clave. Con esto, se pueden calcular todas las claves. Los atributos a intervenir en alguna clave son HECBGD.

Los grupos de tres atributos que contienen a H y E son: HEC, HEB, HEG, HED.

Haciendo las clausuras de estos conjuntos se obtiene que:

$$HEC^+ = \{HECD\} \quad HEB^+ = \{HEB\} \quad HEG^+ = \{HEGCBDA\} \quad HED^+ = \{HED\}$$

Por lo que la única clave de tres atributos es HEG.

Los grupos de cuatro atributos que no incluyen al conjunto HEG son: HECB, HECD, HEBD. Haciendo las clausuras se obtiene:

$$HECB^+ = \{HECBDGA\} \quad HECD^+ = \{HECD\} \quad HEBD^+ = \{HEBDGCA\}$$

Por lo que HECB y HEBD son claves.

Aún falta considerar los conjuntos de cinco atributos que no tienen incluidos a ninguna otra clave, o sea que no tienen a HEG ni a HECD ni a HEBD. Sin embargo, como siempre tienen que estar H y E, por lo tanto nunca puede estar G. Quedan sólo tres atributos por seleccionar que son C, B y D y que para completar cinco hay que agregar a los tres. Por lo tanto el único conjunto que se puede formar con cinco atributos y que no contiene a G es HECBD el cual contiene HEBD y HECD, por lo que es superclave. Por lo tanto NO EXISTEN claves de más de

cuatro atributos dado que no hay posibilidades de formar conjuntos más grandes que cumplan las condiciones. Por lo tanto, todas las claves son HEG, HECD y HEBD. Por lo tanto la respuesta es la marcada.

2) Seleccione la opción que contiene un resultado posible para el algoritmo de 3NF con join sin pérdida.

- a)  $R_1(B,D,E,G), R_2(B,C,G,H), R_3(A,B,C,D)$ .
- b)  $R_1(B,D,E,G), R_2(B,C,G,H), R_3(A,B), R_4(C,D)$ .
- c)  $R_1(B,D,E,G), R_2(B,C,G,H), R_3(B,C,E,G), R_4(A,B), R_5(C,D)$ .
- d)  $R_1(B,D,E,G), R_2(B,C,G,H), R_3(A,B), R_4(C,D), R_5(G,E,H)$ .

**Fundamentación de la respuesta:** Dado que lo que se pide es seleccionar la salida del algoritmo, lo mejor es aplicar el algoritmo. Por lo tanto, como primer paso hay que construir el cubrimiento minimal del conjunto de dependencias. Para eso, primero hay que separar las dependencias de forma que tengan un único atributo del lado derecho obteniendo el siguiente conjunto:

$$F' = \{ HG \rightarrow C, HG \rightarrow B, EBD \rightarrow G, C \rightarrow D, B \rightarrow A, EBC \rightarrow G \}$$

Luego hay que eliminar los atributos redundantes en el lado izquierdo. Para detectarlos se forman los grupos de n-1 atributos y se ve si el atributo restante pertenece a la cobertura de ese conjunto. Los grupos de atributos a considerar son los lados izquierdos de las dependencias que tienen más de un atributo. Por lo tanto son: HG, EBD, EBC.

El cubrimiento de H es el propio H y H no es determinado por nadie por lo que en HG no hay atributos redundantes. El atributo E no es determinado por nadie, por lo que nunca será redundante. Esto hace que sólo queden tres coberturas por calcular: EB, ED y EG.  $EB^+ = \{EBA\}$   $ED^+ = \{ED\}$   $EG^+ = \{EG\}$ . Conclusión: No hay atributos redundantes.

Aún falta analizar si hay dependencias redundantes en el conjunto. Para esto se verifica si una dependencia se puede deducir a partir del conjunto de dependencias actuar eliminado la dependencia que se chequea. De esta forma, sólo hay que analizar dependencias tales que en el conjunto, tengan el mismo atributo del lado derecho. Las únicas candidatas a ser redundantes son las dependencias  $EBD \rightarrow G$  y  $EBC \rightarrow G$ . Por lo tanto, analicemos si se puede G está en la cobertura de EBD con respecto a  $F' - \{EBD \rightarrow G\}$ .

$$EBD^+_{F' - \{EBD \rightarrow G\}} = \{EBDA\}$$

Dado el resultado,  $EBD \rightarrow G$  no es redundante. Hay que hacer lo mismo con  $EBC \rightarrow G$ :

$$EBC^+_{F' - \{EBC \rightarrow G\}} = \{EBCADG\}$$

De acuerdo con este resulta  $EBC \rightarrow G$  es redundante.

Como no hay más dependencias que analizar, el cubrimiento minimal es

$$\{ HG \rightarrow C, HG \rightarrow B, EBD \rightarrow G, C \rightarrow D, B \rightarrow A \}$$

Ahora bien, para continuar con el algoritmo de 3nf, es necesario construir una tabla por cada dependencia del cubrimiento, resumiendo tablas que surjan de dependencias con el mismo lado izquierdo. Esto origina las siguientes tablas:  $R_1(C,B,H,G), R_2(B,D,E,G), R_3(C,D), R_4(A,B)$ .

Para garantizar el join sin pérdida, se necesita verificar si hay una clave incluida en alguna tabla. Todas las claves son GHE, BCHE y HEBD. Ninguna de estas claves están incluidas en alguna de las tablas anteriores por lo que es necesario agregar una quinta tabla con una de las claves. Se puede elegir cualquiera pero, sólo hay que ver cuál de las opciones contiene 4 tablas con los atributos (sin importar el nombre) y una quinta tabla que contenga una clave. Por ello, la opción es la que está marcada.

3) Aplique el algoritmo de 4NF a partir del esquema original y considerando las dependencias en el orden en que aparecen escritas.

- a)  $R_1(B,C,G,H), R_2(B,D,E,G), R_3(B,G,H), R_4(C,G,H)$
- b)  $R_1(B,C,G,H), R_2(A,D,E,G,H)$
- c)  $R_1(B,C,G,H), R_2(B,D,E,G), R_3(C,D), R_4(A,B), R_5(B,C,E,G)$
- d)  $R_1(B,C,G,H), R_2(A,D,E), R_3(C,D), R_4(A,B), R_5(E,G,H)$

**Fundamentación de la respuesta:** Como no hay dependencias multivaluadas, se obtiene el resultado correcto aplicando el algoritmo de BCNF. Dado que lo que se pide es seleccionar la salida del algoritmo lo mejor es aplicarlo. La primer dependencia (en el orden en que están escritas) es  $HG \rightarrow CB$ , dado que HG no es clave de toda la relación. Al partir las tablas obtenemos  $R_1(C,B,H,G)$  y  $R_2(A,D,E,G,H)$ . Una forma para proyectar las dependencias es considerar los lados izquierdos de las dependencias o bien los subconjuntos de atributos de cada una de las tablas y calcular su clausura y luego sólo dejamos los atributos de la tabla. Por ejemplo, los atributos de  $R_1$  son HGCB. Calculamos las clausuras de los conjuntos de atributos, trabajando primero con los atributos

individuales y luego con conjuntos de dos atributos y luego los de tres. El único conjunto de atributos que tiene una clausura expresando dependencias no triviales es  $HG^+ = \{HGCB\}$  por lo que al proyectar  $HG \rightarrow CB$ . Al hacer lo mismo sobre  $R_2$  encontramos que las clausuras son:  $HG^+ = \{HGDA\}$  y todas las demás reflejan sólo dependencias triviales.

Las proyecciones son las siguientes:  $\Pi_{R_1}(F) = \{HG \rightarrow CB\}$   $\Pi_{R_2}(F) = \{HG \rightarrow DA\}$  De esta forma, el esquema  $R_1$  ya está en 4NF pero  $R_2$  no lo está, ya que  $HG \rightarrow DA$  no es una dependencia de clave. Por ello se generan  $R_{21}(H,G,D,A)$  y  $R_{22}(H,G,E)$ , con las siguientes proyecciones:  $\Pi_{R_{21}}(F) = \{HG \rightarrow DA\}$  y  $\Pi_{R_{22}}(F) = \{\}$

Resumiendo, la descomposición tiene las siguientes tablas con las siguientes proyecciones:

$R_1(C,B,H,G)$   $\Pi_{R_1}(F) = \{HG \rightarrow CB\}$

$R_{21}(H,G,D,A)$   $\Pi_{R_{21}}(F) = \{HG \rightarrow DA\}$

$R_{22}(H,G,E)$   $\Pi_{R_{22}}(F) = \{\}$

Se pierden las siguientes dependencias:  $EBD \rightarrow G$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $B \rightarrow A$ ,  $EBD \rightarrow G$ ,  $HECD \rightarrow ABG$  y  $HEBD \rightarrow ACG$ .

- 4) Seleccione la opción que contiene más dependencias que se pierden en el proceso anterior.
- a)  $EBD \rightarrow G$ ,  $B \rightarrow A$ .
  - b)  $HG \rightarrow CB$ ,  $EBD \rightarrow G$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $EBC \rightarrow G$ .
  - c)  $EBD \rightarrow G$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $B \rightarrow A$ ,  $EBC \rightarrow G$ .
  - d) No se pierden dependencias.

*Fundamentación de la respuesta:* Ver parte anterior.

## Parte 2 – Consultas (25 puntos)

### Ejercicio 3

En un taller mecánico de la ciudad de Maldonado se tienen las siguientes tablas relacionales:

#### **Marca-Rep**(Marca, Cod-servicio)

Esta tabla representa las marcas de vehículos en los que el taller realiza servicios autorizados por el representante. Cada marca tiene algunos códigos de servicios (actividades a realizar en un vehículo como revisión de amortiguadores, etc.) que reconoce como autorizado para el taller.

#### **VAbonados**(mat, vendedor, tipo-abono, v-cuota, fecha-susc, u\_mes\_p)

Esta tabla representa los vehículos abonados al servicio de abonados que ofrece el taller.

En esta tabla, para cada matrícula (mat) se tiene el vendedor que realizó la suscripción, el valor actual de la cuota, la fecha en que se realizó la suscripción y el último mes que se pagó (u\_mes\_p).

#### **Servicios**(mat, Cod-servicio, fecha, importe, status)

Esta tabla representa los servicios realizados a cada vehículo. Para cada matrícula (mat), dado un código de servicio y una fecha, la tabla contiene el importe de ese servicio y el status. El atributo status indica si el importe fue saldado al contado, si es a crédito o si está con mora.

#### **Cientes**(CI\_Cli, Nombre, Depto, Ciudad, Dirección, Tel\_c)

Esta tabla tiene los datos de los clientes del taller. Para cada cliente se tiene la cédula (CI\_Cli), el nombre, un teléfono de contacto y el departamento, la ciudad y la dirección dentro de la ciudad de su domicilio.

#### **VCientes**(CI\_Cli, mat, marca, modelo)

Esta tabla representa los vehículos de los clientes que alguna vez fueron atendidos en el taller o que son abonados. Para cada cliente (CI\_Cli) y cada vehículo de ese cliente, la tabla contiene la marca y el modelo.

**SE PIDE:**

1) Escribir en cálculo relacional la siguiente consulta:

Devolver el nombre y teléfono de contacto de los clientes que tienen algún vehículo abonado a través del vendedor Gabriel Automín y que viven en la ciudad de La Paloma en el departamento Durazno.

**SOLUCION:**

$$\{ t^2 / \exists c. (\text{Clientes}(c) \wedge t[\text{nombre}] = c[\text{nombre}] \wedge t[\text{tel}_c] = c[\text{tel}_c] \wedge \\ c[\text{Depto}] = \text{"Durazno"} \wedge c[\text{Ciudad}] = \text{"La Paloma"} \wedge \\ \exists v. (\text{Vclientes}(v) \wedge v[\text{Ci\_cli}] = c[\text{Ci\_cli}] \wedge \\ \exists a. (\text{Vabonados}(a) \wedge a[\text{mat}] = v[\text{mat}] \wedge a[\text{vendedor}] = \text{"Gabriel Automín"})) \\ ) \\ ) \\ }$$

2) Escribir en álgebra relacional y en SQL las siguientes consultas. De no ser posible escribirlo en alguno de los lenguajes indicados justificar por qué.

a) Por cada marca representada, devolver la cantidad de vehículos de esa marca atendidos durante el año 2000.

**SOLUCION:**

AR: No es posible realizarla ya que la consulta necesita funciones agregadas.

SQL:

```
Select V.marca, count(distinct V.mat)
From servicios S, Vclientes V, Marca-Rep M
Where M.marca=V.marca and
      S.mat = V.mat and YEAR(S.fecha)=2000
Group by V.marca;
```

NOTA: La condición  $\text{YEAR}(S.\text{fecha})=2000$  se podría cambiar por  $S.\text{fecha} <= '31/12/2000'$  and  $S.\text{fecha} >= '1/1/2000'$

b) Devolver el nombre, teléfono de contacto y dirección completa (incluyendo departamento y ciudad) de los clientes que tienen vehículos abonados y jamás le realizaron a esos vehículos el servicio de código de servicio 72

**SOLUCION:**

AR:

$$\Pi_{\text{nombre, tel}_c, \text{depto, ciudad, dirección}} ( \\ \text{Clientes} * \text{Vclientes} * \\ (\Pi_{\text{mat}}(\text{Vabonados}) - \Pi_{\text{mat}}(\sigma_{\text{cod\_servicio}=72}(\text{Servicios}))) \\ )$$

SQL:

```
Select nombre, tel, c, depto, ciudad, dirección
From clientes C, Vclientes V, Vabonados A
Where V.CI_cli=C.CI_Cli and A.mat=V.mat and
      A.mat not in ( select mat
                    From servicios
                    Where cod_servicio=72)
```

3) Escribir en cálculo relacional la siguiente consulta.

Devolver las marcas representadas tales que todos los clientes conocidos que viven en el departamento de Maldonado y tienen un auto de esa marca, tienen algún auto abonado.

**SOLUCION:**

$$\{ t / \exists m. (\text{Marca-Rep}(m) \wedge t[\text{marca}] = m[\text{marca}] \wedge$$

$$(\forall c. (\text{Cliente}(c) \wedge c[\text{Depto}] = \text{"Maldonado"} \wedge$$

$$\exists v. (\forall \text{cliente}(v) \wedge c[\text{CI\_Cli}] = v[\text{CI\_Cli}] \wedge v[\text{marca}] = m[\text{marca}]) \rightarrow$$

$$\exists a. (\text{Vabonados}(a) \wedge v[\text{CI\_cli}] = c[\text{CI\_cli}])$$

$$) )$$

$$\}$$

### Parte 3 – Concurrencia y Recuperación (25 puntos)

#### Ejercicio 4.

- a) Dadas las transacciones **T1** y **T2**, decir si la ejecución concurrente de ellas **E** es recuperable, serializable, y si evita abortos en cascada. Justificar.

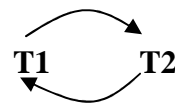
**T1:** r1(x) w1(x) r1(y) w1(y) c1

**T2:** r2(y) r2(x) w2(y) c2

**E:** r1(x) r2(y) w1(x) r1(y) r2(x) w1(y) c1 w2(y) c2

**Serializable – NO. Grafo de seriabilidad contiene un ciclo:**

**Opns. en conflicto:** w1(x) y r2(x)  
r2(y) y w1(y)



**Recuperable – SI. T2 lee de T1 y T1 hace commit antes que T2.**

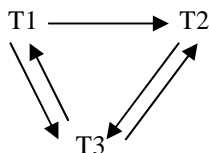
**EAC – NO. T2 lee de T1 cuando T1 todavía no hizo commit.**

- b) Dadas las siguientes transacciones y el siguiente grafo de serializabilidad:

**T1:** r1(x) w1(x) c1

**T2:** r2(x) w2(x) c2

**T3:** r3(x) w3(x) c3



- 1) Es posible escribir una ejecución serializable que corresponda al grafo dado? Si su respuesta es “si” escribirla, si es “no” justificar.

**No es posible, porque el grafo tiene ciclos.**

- 2) Dar, si existe, una ejecución entrelazada serializable de las transacciones T1, T2 y T3, o justificar por que no existe.

**No existe. Porque si intentamos entrelazar T1 y T2 siempre habrá conflicto entre  $r1(x)$  y  $w2(x)$  y entre  $r2(x)$  y  $w1(x)$ , que siempre aparecerán en ese orden (la primera op. de T1 antes que la última de T2 y viceversa). Lo mismo sucede si intentamos entrelazar T1 con T3 o T2 con T3.**

- 3) Considere la transacción T2':  $r2(x) w2(y) c2$ . Dar, si existe, una ejecución entrelazada serializable de las transacciones T1, T2' y T3, o justificar por que no existe.

**$r1(x) r2(x) w1(x) r3(x) w2(y) w3(x) c1 c2 c3$**

- 4) Escribir una ejecución concurrente de T1, T2 y T3 que corresponda al grafo dado y que evite abortos en cascada pero no sea estricta.

**$r1(x) r3(x) w1(x) c1 r2(x) w3(x) w2(x) c2 c3$**

- 5) Escribir una ejecución diferente pero equivalente a alguna de las ejecuciones de las partes anteriores (decir a cual es equivalente).

**$r3(x) r1(x) w1(x) c1 r2(x) w3(x) w2(x) c2 c3$  (equivalente a la 4)**

### Ejercicio 5.

- a) Explicar brevemente que es el protocolo 2PL básico y cual es su utilidad.

**Ver Elmasri-Navathe, Capítulo: Técnicas de Control de Concurrencia.**

- b) Dadas las transacciones:

**T1:  $r1(x) w1(x) r1(y) w1(y) c1$**

**T2:  $r2(y) r2(x) w2(y) c2$**

- 1) Escribir una historia con bloqueos y desbloqueos (de lectura y escritura) donde T1 y T2 cumplan con el protocolo 2PL básico.

**$r1(x) r1(x) r2(y) r2(y) r2(x) r2(x) w2(y) u2(x) w1(x) w1(x) w2(y) u2(y) c2 r1(y)$   
 $r1(y) w1(y) w1(y) u1(x) u1(y) c1$**

- 2) Escribir una historia con bloqueos y desbloqueos (de lectura y escritura) donde T1 y T2 cumplan con el protocolo 2PL estricto.

**$r2(y) r2(y) r1(x) r1(x) r2(x) r2(x) w2(y) w2(y) c2 u2(y) u2(x) w1(x) w1(x) r1(y)$   
 $r1(y) w1(y) w1(y) c1 u1(x) u1(y)$**

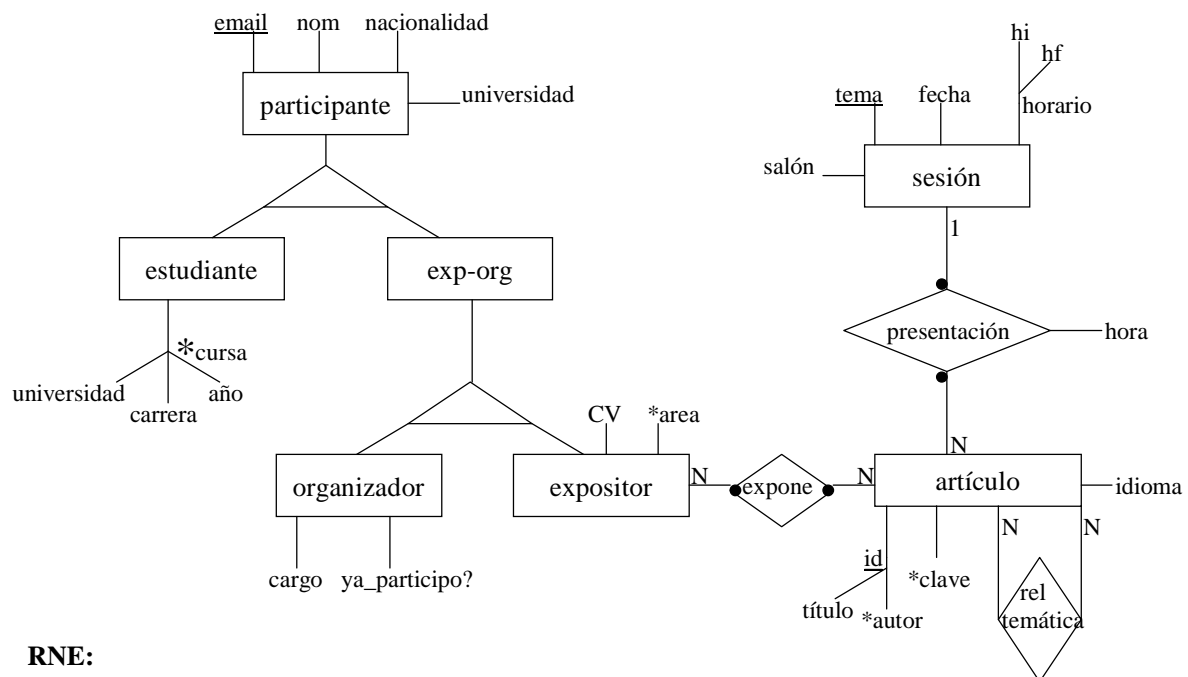
### Ejercicio 6.

Suponga la siguiente situación: Durante el funcionamiento normal de un sistema de base de datos ocurre una falla física del sistema rompiéndose el disco donde se almacenaba la base de datos. La base de datos se pierde pero no se pierden los archivos de log, que se encontraban en otro disco. Existe respaldo de la base de datos hasta el día 31/7/2001 incluido. El sistema de base de datos trabaja con el mecanismo de Actualización Diferida.

- a) Describir los pasos que se deben ejecutar para recuperar la base de datos dejándola al día y en un estado consistente.

- 1) Levantar el backup de la base de datos
  - 2) Aplicar todas las operaciones de write que aparecen en el log a partir de la fecha 1/8/2001 y que corresponden a transacciones cuyo commit aparece en el log.
- b) Qué diferencia habría en la recuperación (resuelta en la parte a) si el sistema trabajara con Actualización Inmediata?
- No habría diferencia.**

### Ejercicio 7.



**RNE:**

- 1)  $\text{estudiante} \cap \text{exp\_org} = \emptyset$
- 2)  $(a,a) \notin \text{rel\_temática}$ , con  $a \in \text{artículo}$
- 4) si  $(a1,a2) \in \text{rel\_temática} \Rightarrow a1.clave \cap a2.clave \neq \emptyset$ , con  $a1 \in \text{artículo} \wedge a2 \in \text{artículo}$
- 3) si  $(a,s) \in \text{presentación} \Rightarrow (a,s).hora \geq s.hi \wedge (a,s).hora \leq s.hf$ , con  $a \in \text{artículo} \wedge s \in \text{sesión}$