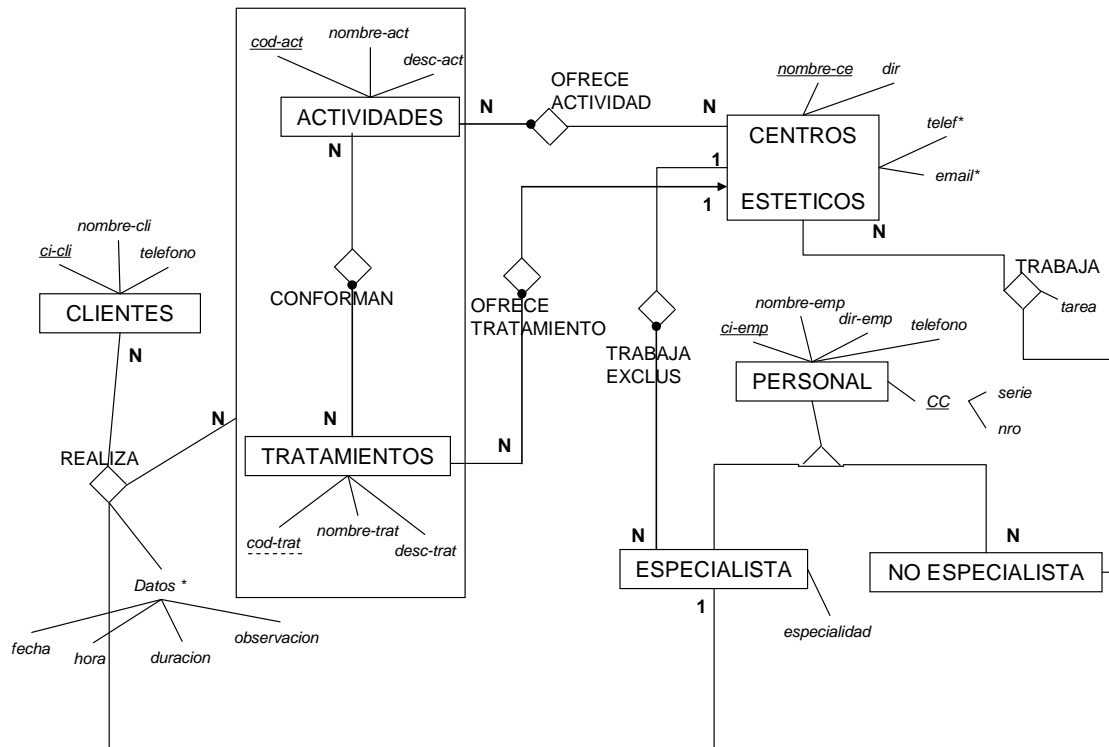


# Segundo Parcial de Fundamentos de Base de Datos

Diciembre 2008

## Ejercicio 1 (12 puntos)

- a) Dado el siguiente MER, deducir el esquema relacional que le parezca más adecuado. Se deben indicar: las tablas, para cada tabla la clave primaria y otras dependencias que se cumplan, y las dependencias de inclusión.



RNE:

- En una misma fecha y hora, un mismo cliente no puede realizar más de una actividad-tratamiento.
- $\text{Especialista} \cap \text{NoEspecialista} = \emptyset$

b) Decir en qué forma normal se encuentra el esquema obtenido en la parte a.

c) Ahora suponga que se cumplen las siguientes propiedades:

- La hora en que se realiza un tratamiento determina su duración.
- La dirección de un empleado determina la serie de su credencial cívica.

Decir en qué forma normal se encuentra el esquema obtenido en la parte a.

d) Considerando las condiciones impuestas en la parte c, llevar el esquema relacional a BCNF. Decir si se pierden dependencias funcionales.

## **Ejercicio 1 - Solución (12 puntos)**

### **Parte a)**

CLIENTES (ci-cli, nombre-cli, telefono)

ci-cli → nombre-cli, telefono

ACTIVIDADES (cod-act, nombre-act, desc-act)

cod-act → nombre-act, desc-act

CENTROS-ESTETICOS (nombre-ce, dir)

nombre-ce → dir

CE-TELEF (nombre-ce, telef)

CE-EMAIL (nombre-ce, email)

PERSONAL (ci-emp, nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro)

cc-serie, cc-nro → ci-emp

ci-emp → nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro

ESPECIALISTAS (ci-emp, especialidad, nombre-ce)

ci-emp → especialidad, nombre-ce

NO\_ESPECIALISTAS (ci-emp)

TRATAMIENTOS (nombre-ce, cod-trat, nombre-trat, desc-trat)

nombre-ce, cod-trat → nombre-trat, desc-trat

TRABAJA (nombre-ce, ci-emp, tarea)

nombre-ce, ci-emp → tarea

OFRECE-ACTIVIDAD (cod-act, nombre-ce)

CONFORMAN (cod-act, nombre-ce, cod-trat)

REALIZA (ci-cli, fecha, hora, nombre-ce, cod-trat, ci-emp, duracion, observacion, cod-act)

ci-cli, fecha, hora → nombre-ce, cod-trat, cod-act, ci-emp, duracion, observacion

Observacion:

todas las dfs generadas son a partir de los atributos claves de cada esquema, excepto PERSONAL que ademas tiene una df: (cc-serie, cc-nro → ci-emp) con lo cual (cc-serie, cc-nro) tambien es clave del esquema pues a partir de ellos se llega a la clave ci-emp.

### **Inclusiones**

1.  $\Pi_{\text{nombre-ce}}(\text{CE-telef}) \subseteq \Pi_{\text{nombre-ce}}(\text{Centros-Esteticos})$
2.  $\Pi_{\text{nombre-ce}}(\text{CE-email}) \subseteq \Pi_{\text{nombre-ce}}(\text{Centros-Esteticos})$
3.  $\Pi_{\text{ci-emp}}(\text{Especialistas}) \subseteq \Pi_{\text{ci-emp}}(\text{Personal})$

4.  $\Pi_{ci-emp}(No\_Especialistas) \subseteq \Pi_{ci-emp}(Personal)$
5.  $\Pi_{ci-emp}(Trabaja) \subseteq \Pi_{ci-emp}(No\_Especialista)$
6.  $\Pi_{nombre-ce}(Trabaja) \subseteq \Pi_{nombre-ce}(Centros-Esteticos)$
7.  $\Pi_{nombre-ce}(Especialista) \subseteq \Pi_{nombre-ce}(Centros-Esteticos)$
8.  $\Pi_{cod-act}(Ofrece-Actividad) \subseteq \Pi_{cod-act}(Actividades)$
9.  $\Pi_{cod-act}(Actividades) \subseteq \Pi_{cod-act}(Ofrece-Actividad)$
10.  $\Pi_{nombre-ce}(Ofrece-Actividad) \subseteq \Pi_{nombre-ce}(Centros-Esteticos)$
11.  $\Pi_{cod-act}(Conforman) \subseteq \Pi_{cod-act}(Actividades)$
12.  $\Pi_{cod-trat, nombre-ce}(Conforman) \subseteq \Pi_{cod-trat, nombre-ce}(Tratamientos)$
13.  $\Pi_{cod-trat, nombre-ce}(Tratamientos) \subseteq \Pi_{cod-trat, nombre-ce}(Conforman)$
14.  $\Pi_{nombre-ce}(Tratamientos) \subseteq \Pi_{nombre-ce}(Centros-Esteticos)$

**Parte b) ¿ En que forma normal se encuentra ?**

Está en 1FN pues todos los atributos de los esquemas no son ni multivaluados ni compuestos.

Está en 2FN pues ningún atributo no primo depende parcialmente de una clave(\*)

Esta en 3FN pues todas las dependencias funcionales cumplen con que sus lados izquierdos son claves (\*) => son superclaves. Y sabemos que estaba en 2FN.

En realidad 3FN pide menos que eso (ningun atributo no primo de R depende transitivamente de una clave de R y cumple 2FN), en particular si cumple lo anterior (los lados izquierdos son superclaves) => esta en BCNF

No tiene dmv => esta 4FN

(\*) ver la observacion final de la parte a) sobre las claves

**Parte c)**

hora → duracion  
dir-emp → cc-serie

Esta en 1FN pues el esquema REALIZA no cumple 2FN por la dependencia *hora* → *duracion*, donde *hora* es parte de la unica clave (ci-cli, fecha, hora) y *duracion* es un atributo no primo (no es parte de ninguna clave).

**Parte d) Considerando las df de la parte c) llevar a BCNF, y decir si se pierden dependencias funcionales**

CLIENTES (ci-cli, nombre-cli, telefono)

ACTIVIDADES (cod-act, nombre-act, desc-act)

CENTROS-ESTETICOS (nombre-ce, dir)

ESPECIALISTAS (ci-emp, especialidad, nombre-ce)

NO\_ESPECIALISTAS (ci-emp)

TRATAMIENTOS (nombre-ce, cod-trat, nombre-trat, desc-trat)

TRABAJA (nombre-ce, ci-emp, tarea)

Sus df tienen por lados izquierdos las claves => superclaves => están en BCNF

PERSONAL (ci-emp, nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro)

Posee las siguientes df:

*cc-serie, cc-nro → ci-emp*

*ci-emp → nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro*

*dir-emp → cc-serie*

Las dos primeras df tienen por lados izquierdos claves => BCNF

En la tercer df el lado izquierdo no es superclave pero el lado derecho es un atributo primo (cc-serie, cc-nro es clave en el esquema) => La máxima forma normal que cumple el esquema es 3NF => viola BCNF

REALIZA (ci-cli, fecha, hora, nombre-ce, cod-trat, ci-emp, duracion, observacion, cod-act)

Posee las siguientes df:

*ci-cli, fecha, hora → nombre-ce, cod-trat, cod-act, ci-emp, duracion, observacion*

*hora → duracion*

La primera tiene del lado izquierdo una clave => BCNF

La segunda tiene un atributo no primo *duracion* que depende parcialmente de una clave pues *hora* es parte de la clave (ci-cli, fecha, hora es clave del esquema) => Viola 2NF => viola BCNF

**Entonces analizamos el esquema PERSONAL**

(dir-emp → cc-serie) es la df que hace que PERSONAL viole BCNF  
PERSONAL (ci-emp, nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro)

=>

PERSONAL\_1 (dir-emp, cc-serie)

PERSONAL\_2 (ci-emp, nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-nro)

Hay que ver la forma normal de cada subsquema para saber si debemos seguir descomponiendo o no. Para eso analizamos cada subsquema con las df que se proyectan en c/u.

Las dfs originales eran:

$cc-serie, cc-nro \rightarrow ci-emp$

$ci-emp \rightarrow nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-serie, cc-nro$

$dir-emp \rightarrow cc-serie$

PERSONAL\_1 (dir-emp, cc-serie)

$dir-emp \rightarrow cc-serie$

⇒ esta en BCNF por ser dir-emp clave

PERSONAL\_2 (ci-emp, nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-nro)

$ci-emp \rightarrow nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-nro$

⇒ esta en BCNF por ser ci-emp clave del subsquema

No hay mas dfs que se proyecten y los subsquemas generados estan en BCNF

### Entonces analizamos el esquema REALIZA

(hora → duracion) es la df que hace que realiza viole BCNF

REALIZA (ci-cli, fecha, hora, nombre-ce, cod-trat, ci-emp, duracion, observacion, cod-act)

=>

REALIZA\_1(hora, duracion)

REALIZA\_2(ci-cli, fecha, hora, nombre-ce, cod-trat, ci-emp, observacion, cod-act)

Hay que ver la forma normal de cada subsquema para saber si debemos seguir descomponiendo o no. Para eso analizamos cada subsquema con las df que se proyectan en c/u.

Las dfs originales eran:

$ci-cli, fecha, hora \rightarrow nombre-ce, cod-trat, cod-act, ci-emp, duracion, observacion$

$hora \rightarrow duracion$

REALIZA\_1(hora, duracion)

$hora \rightarrow duracion$

⇒ Esta en BCNF por ser dir-emp clave

REALIZA\_2(ci-cli, fecha, hora, nombre-ce, cod-trat, ci-emp, observacion, cod-act)

$ci-cli, fecha, hora \rightarrow nombre-ce, cod-trat, cod-act, ci-emp, observacion$

⇒ esta en BCNF por ser ci-cli, fecha, hora clave del subsquema

No hay mas dfs que se proyecten y los subsquemas generados estan en BCNF

Manteniendo todos los esquemas originales y descomponiendo

PERSONAL en PERSONAL\_1 y PERSONAL\_2,

REALIZA en REALIZA\_1 y REALIZA\_2

Se llega al esquema relacional en BCNF

### Se pierden df ?

A = La union de las df proyectadas en PERSONA\_1 y PERSONA\_2 =

{  $dir-emp \rightarrow cc-serie, ci-emp \rightarrow nombre-emp, dir-emp, telefono, cc-nro$  }

Calculo

$(cc-serie, cc-nro)_A + = \{cc-serie\} \Rightarrow$  se pierde la df  $cc-serie, cc-nro \rightarrow ci-emp$

## **Ejercicio 2 (12 puntos)**

Dado el esquema relación  $R(A,B,C,D,E,G,H)$  y el conjunto de dependencias  $F$  sobre  $R$ .  
 $F = \{AB \rightarrow CE, B \rightarrow GH, D \rightarrow A, H \rightarrow BD\}$

Para cada una de las siguientes afirmaciones indicar si son verdaderas o falsas. Justificar todas las respuestas:

- (BD) es clave de  $R$  según  $F$ .
- Las únicas claves de  $R$  según  $F$  son  $B$  y  $H$ .
- Sea  $F_1 = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow E, B \rightarrow G, B \rightarrow H, D \rightarrow A, H \rightarrow B, H \rightarrow D\}$ .  $F_1$  es un cubrimiento minimal de  $F$
- $R$  esta en tercera forma normal con respecto a  $F$ .
- $\Pi_{R1} F = \{D \rightarrow A\}$  siendo  $R1 (A,B,D,E)$

## **Ejercicio 2 (12 puntos) - Solución**

### **a) FALSO**

$(BD)^+_F = \{B,G,H,D,A,C,E\}$  Por lo tanto (BD) es superclave de  $R$  según  $F$ . Pero no es minimal ya que  $B^+_F = \{B,G,H,D,A,C,E\}$ , o sea que (BD) no es clave.

### **b) VERDADERO**

Por lo probado en la parte a) es posible afirmar que  $B$  es clave de  $R$  según  $F$ .  
 $H^+_F = \{H,B,D,G,A,C,E\}$ . Por lo tanto  $H$  es clave (es superclave y es un atributo único por lo tanto es minimal).

Resta probar que son las únicas claves. Si existieran más claves deben pertenecer al conjunto (ACDEG), o sea este conjunto de atributos debe ser superclave.

$(ACDEG)^+_F = \{A,C,D,E,G\} \neq R$

Por lo tanto NO existen más claves, la afirmación es correcta.

### **c) FALSO**

El conjunto  $F_1$  no es minimal. En la dependencia  $AB \rightarrow C$ , el atributo  $A$  es redundante ya que  $B^+_{F_1} = \{B,G,H,D,A,C,E\}$

### **d) FALSO**

Dada la dependencia  $D \rightarrow A$

$D$  no es superclave y  $A$  no es primo ya que las únicas claves son  $B$  y  $H$  (demostrado en parte b))

Por lo tanto viola las condiciones de 3NF.

$R$  no esta en 3NF

### **e) FALSO**

$B^+_F = \{B,G,H,D,A,C,E\}$ , por lo tanto  $B \rightarrow ADE \in \Pi_{R1} F$

Por lo tanto  $\Pi_{R1} F \neq \{D \rightarrow A\}$

### Ejercicio 3 (10 puntos)

Sea el esquema relación R (A,B,C,D,E,G,H). F es un conjunto de dependencias funcionales que se cumplen en R, tales que en todas ellas el lado derecho de la dependencia esta formado por un único atributo.

Una persona P1 aplica un primer paso del algoritmo visto en el curso que permite obtener una descomposición de R en BCNF obteniendo la siguiente descomposición:

$$\rho_1 = (R_1(A,B,C), R_2(A,B,D,E,G,H)).$$

Una persona P2 aplica un primer paso del mismo algoritmo también sobre R obteniendo la siguiente descomposición:  $\rho_2 = (R_3(A,D,G), R_4(D,E,A,B,C,H))$

- a) Sabiendo que todas las claves de R según F son de un único atributo dar una superclave de R según F que no tenga más de 4 atributos. Justificar su respuesta.  
b) Sea r una instancia de R y

$$r_1 = \Pi_{R_1} r$$

$$r_2 = \Pi_{R_2} r$$

$$r_3 = \Pi_{R_3} r$$

$$r_4 = \Pi_{R_4} r$$

Determinar el resultado de la siguiente consulta:  $r_1 * r_2 * r_3 * r_4$ . Justificar su respuesta.

### Ejercicio 3 (10 puntos) - Solución

- a) Al obtener la persona P1 la descomposición  $\rho_1$  es posible afirmar que :  $AB \rightarrow C$  y/o  $AB \rightarrow DEGH \in F$  y violan las condiciones de BCNF o sea AB no es superclave.

Como F es un conjunto de dependencias tal que los lados derechos de F están formados por un único atributo. Por lo tanto  $AB \rightarrow C \in F$  y  $AB \rightarrow DEGH \notin F$ .

Al considerar la descomposición obtenida por P2 es posible afirmar que:  $AD \rightarrow G$  y/o  $AD \rightarrow EBCH \in F$  y violan las condiciones de BCNF o sea AD no es superclave.

Como F es un conjunto de dependencias tal que los lados derechos de F están formados por un único atributo. Por lo tanto  $AD \rightarrow G \in F$  y  $AD \rightarrow EBCH \notin F$ .

Como las claves de R según F están formadas por un único atributo y sabemos que AB y AD no son superclaves es posible afirmar que: A,B, D no son claves y no pertenecen a ninguna clave.

Por lo tanto una posible superclave de R según F es :  $R - \{A,B,D\} = \mathbf{CEGH}$

También es posible afirmar que C y G no son claves ya que si alguna de ellas lo fuera también serán superclave AB y/o AD.

Por lo tanto otra superclave es **EH**.

- b) El algoritmo visto en el curso que permite obtener una descomposición del esquema original en BCNF garantiza que en cada paso se obtiene una descomposición con JSP. Por lo tanto  $\rho_1$  es una descomposición de R con JSP y por la definición de JSP se cumple que  $r_1 * r_2 = r$ .

De la misma forma se cumple que  $r_3 * r_4 = r$

Por lo tanto  $r_1 * r_2 * r_3 * r_4 = r * r = r$

## Ejercicio 4 (11 puntos)

Una Universidad esta haciendo un estudio para saber cuales son los sitios de mayor interés a nivel educativo, por lo cual registra datos sobre los sitios visitados por los estudiantes. Para ello registra en una base de datos la siguiente información:

### Estudiantes (ciestudiante, carrera, añoingreso)

En esta tabla se registra para cada estudiante la carrera en la que esta anotado y el año que ingreso a la carrera.

Cada estudiante puede cursar una única carrera, y al anotarse a la misma se le crea un usuario de red con su cedula de identidad.

### Sitios (URL, categoría, descripción)

En esta tabla se registran todos los sitios visitados, una descripción de los mismos, y la categoría a la que pertenecen. Algunas de las posibles categorías son: Sin Clasificar (aun no se indicó la categoría del sitio), Instituciones Educativas, Congresos, etc.

### ResumenDeUso (ciestudiante, URL, tiempo, bajoinfo?)

En esta tabla se registra el tiempo en horas, que un estudiante estuvo en un sitio y si en algún momento bajó información del mismo.

- $\Pi_{ciestudiante}(\text{ResumenDeUso}) \subseteq \Pi_{ciestudiante}(\text{Estudiantes})$
- $\Pi_{URL}(\text{ResumenDeUso}) = \Pi_{URL}(\text{Sitios})$

```
SELECT E.ciestudiante, S.URL
FROM Estudiantes E, ResumenDeUso R, Sitios S
WHERE R.ciestudiante = E.ciestudiante AND
      R.URL = S.URL AND
      E.carrera = 'Psicologia' AND
      S.categoria = 'Instituciones Educativas'
```

Considere la siguiente información:

- Existen 5 carreras distintas. Los estudiantes se distribuyen en las distintas carreras de forma uniforme.
- El 50 % de los sitios registrados en la tabla correspondiente (sitios) se refieren a Instituciones Educativas y Congresos, distribuyéndose en forma uniforme.
- El 85 % de los estudiantes de la universidad que visitan sitios, lo hacen sobre sitios de Instituciones Educativas. Los cuales se distribuyen en forma uniforme entre las distintas carreras
- El tamaño de las tablas es el siguiente:
  - Estudiantes: 10000 tuplas
  - Sitios: 320 tuplas
  - ResumenDeUso: 15000 tuplas
- Los índices existentes son los siguientes:

Indice	Tabla/Atributo	Tipo
Indice_EstCIEst	Estudiantes/ciestudiante	Primario
Indice_EstCarr	Estudiantes/carrera	Secundario
Indice_EstAño	Estudiantes/añoingreso	Secundario
Indice_SitioURL	Sitios/URL	Primario
Indice_SitioCat	Sitios/categoria	Secundario
Indice_ResTmp	ResumenDeUso/tiempo	Secundario

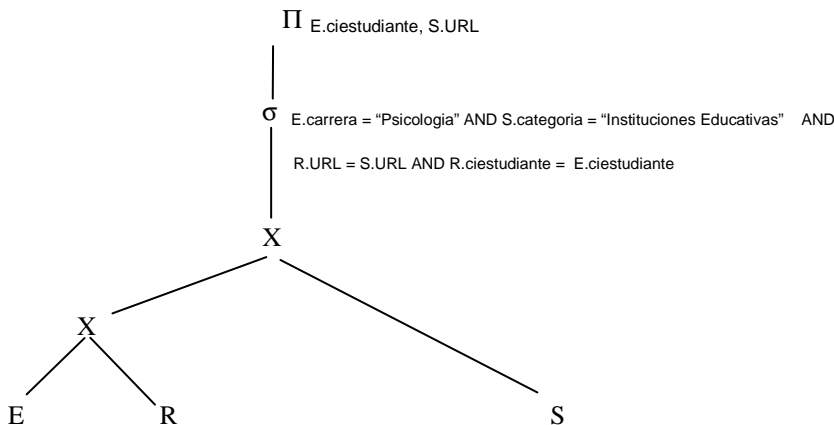


**Se pide:**

- a) Dar el árbol canónico correspondiente a la consulta
- b) Dar un plan lógico para la consulta, optimizado mediante las heurísticas vistas en el curso (todas). Justifique su respuesta
- c) Calcule los tamaños (cantidad de tuplas), sin considerar las proyecciones, de los resultados de las selecciones y los join's.
- d) Dar un plan físico para el plan lógico de la parte a), usando de manera eficiente los índices existentes.
- e) Suponga que la tabla Estudiantes solo contiene estudiantes de Psicología (la consulta SQL no requiere filtrar por carrera). Explique que cambiaría en los planes lógicos y físicos presentados en la parte b) y d) (dé los nuevos árboles lógico y físico). Justifique su respuesta

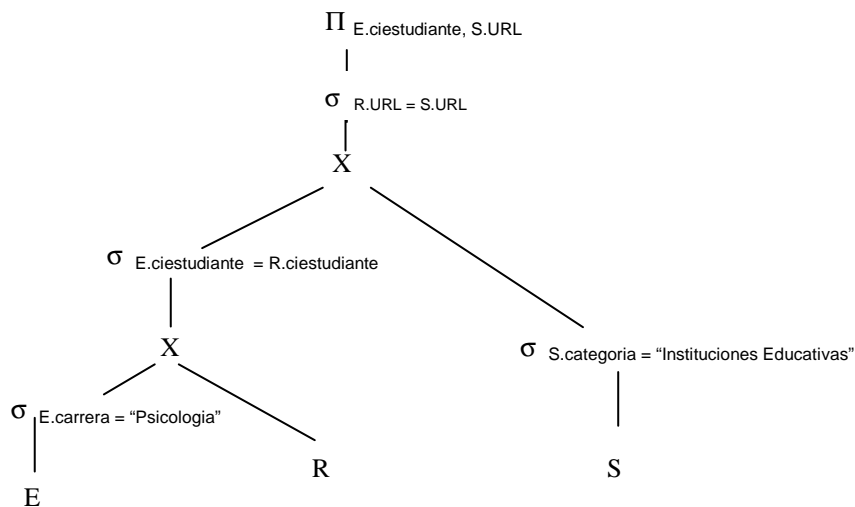
**Ejercicio 4 - Soluciones (11 puntos)**

**a) árbol canónico**

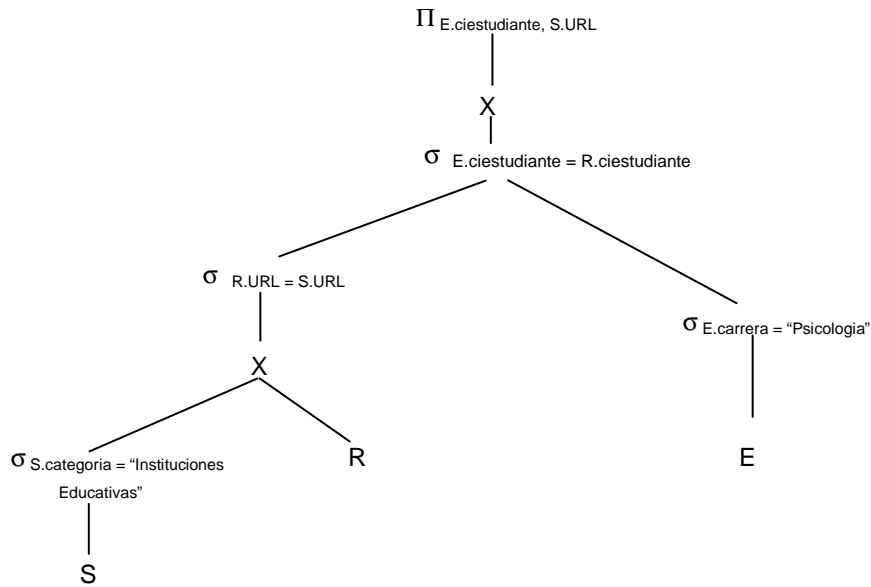


**b) plan lógico**

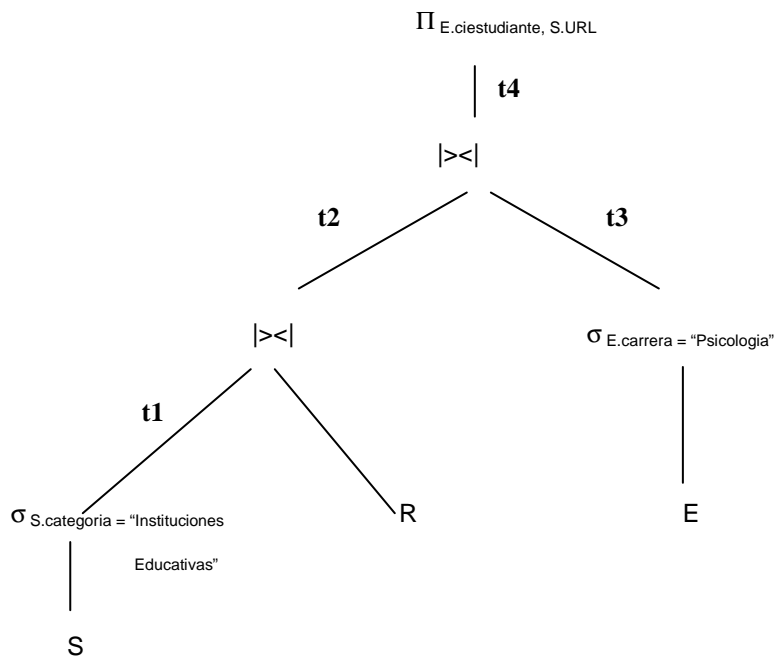
A partir del árbol canónico, sustituyendo la conjunción de selecciones por una cascada de selecciones, y bajando las selecciones lo máximo posible, quedaría:



A partir del anterior cambiando orden de las hojas de productos para que lados izquierdos sean mas chicos quedaría:



A partir del anterior sustituyendo, los productos + selecciones por claves, por join's quedaría:



### c) Estimación de tamaños para joins y selecciones en el peor caso

$$|S| = 320$$

$$|E| = 10000$$

$$|R| = 15000$$

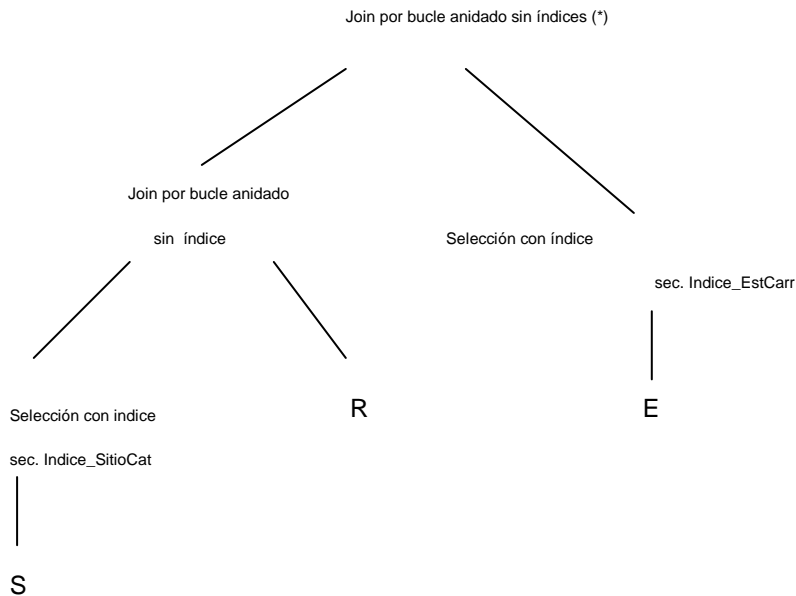
$$|t1| = 80 \quad (\text{El } 50\% \text{ de los sitios registrados en la tabla sitios se refieren a Instituciones Educativas y Congresos, distribuyéndose en forma uniforme})$$

$|t_2| = 150 \cdot 85 = 12750$  (Join entre t1 y R, y además se sabe que el 85 % de los estudiantes de la universidad que visitan sitios, lo hacen sobre sitios de Instituciones Educativas => solo el 85% de las tuplas de R se vincularan con el resultado t1)

$|t_3| = 10000/5 = 2000$  (Existen 5 carreras distintas. Los estudiantes se distribuyen en las distintas carreras de forma uniforme)

$|t_4| = 12750/5 = 2550$  (Join entre t2 y t3. Observar que t2 tiene el 85% de estudiantes que visitan sitios lo hacen sobre sitios de Instituciones Educativas, pero este 85 % se distribuyen en forma uniforme en las distintas carreras que son 5 => solo t2/5 se vincularan con t3)

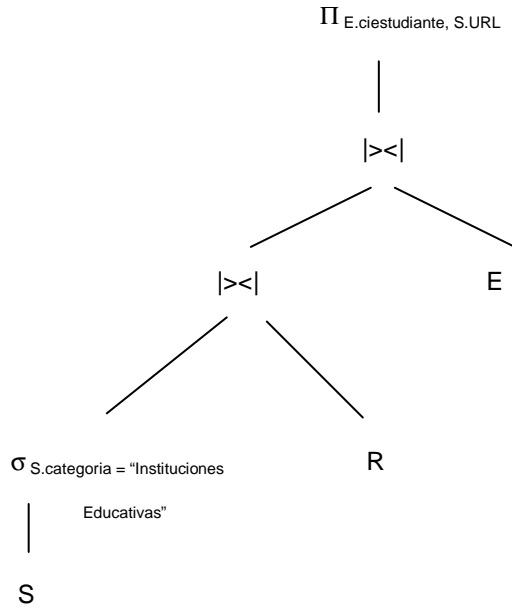
#### d) plan físico



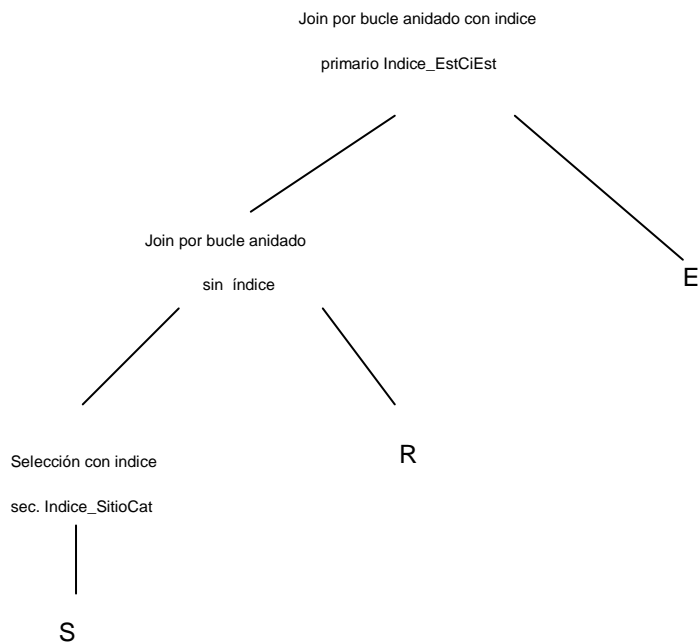
e) Suponga que la tabla Estudiantes solo contiene estudiantes de Psicología (la consulta SQL no requiere filtrar por carrera). Explique que cambiaría en los planes lógicos y físicos presentados en la parte b) y d) (de los nuevos árboles lógico y físico). Justifique su respuesta

No habría que hacer una selección sobre la tabla Estudiantes, por lo cual el Join que involucra Estudiantes (\*) podría hacerse por bucle anidado con índice primario Indice\_EstCiEst

Plan Lógico



Plan Físico



## **Ejercicio 5 (11 puntos)**

Dada las siguientes transacciones:

T1: r1(k), w1(k), w1(q), r1(q), w1(k), c1

T2: r2(q), w2(q), r2(k), w2(k), c2

- a) Indicar si las siguientes historias son serializables, recuperables, seriales, estrictas y si evitan abortos en cascada. En cada caso justifique su respuesta. En caso de ser serializable, muestre una historia serial equivalente.
- i) H1: r1(k), w1(k), r2(q), w1(q), w2(q), r1(q), r2(k), w2(k), c2, w1(k), c1
  - ii) H2: r1(k), w1(k), w1(q), r1(q), r2(q), w2(q), w1(k), c1, r2(k), w2(k), c2
  - iii) H3: r1(k), w1(k), r2(q), w2(q), w1(q), r1(q), w1(k), c1, r2(k), w2(k), c2
- b) Dar una historia de T1 y T2 con operaciones entrelazadas, recuperable y donde las transacciones sigan el protocolo 2PL básico. ¿Es Serializable? Justifique.

## **Ejercicio 5 - solucion (11 puntos)**

- a)
- i) El grafo de seriabilidad tiene ciclos por tanto no es serializable.  
No es recuperable porque T2 lee k, dato escrito por T1 previamente y T2 comitea antes que T1.  
No es serial porque tiene operaciones entrelazadas.  
No es estricta porque al menos una transacción lee o escribe de una no confirmada.  
No evita abortos en cascada porque T1 lee de transacciones no confirmadas.
  - ii) El grafo de seriabilidad no tiene ciclos (T1->T2) por tanto es serializable.  
Su historia serial equivalente es: H2': r1(k), w1(k), w1(q), r1(q), w1(k), c1, r2(q), w2(q), r2(k), w2(k), c2  
Es recuperable porque T2 lee q, dato escrito por T1 previamente y T1 comitea antes que T2.  
No es serial porque tiene operaciones entrelazadas.  
No es estricta porque al menos una transacción lee o escribe de una no confirmada.  
No evita abortos en cascada porque T2 lee de transacciones no confirmadas.
  - iii) El grafo de seriabilidad tiene ciclos por tanto no es serializable.  
Es recuperable porque T2 lee k, dato escrito por T1 previamente y T1 comitea antes que T2.  
No es serial porque tiene operaciones entrelazadas.  
No es estricta porque al menos una transacción lee o escribe de una no confirmada.  
Evita abortos en cascada porque T1 sobrescribe el dato de q escrito por T2.
- b) Primero muestro la historia sin los locks:  
r1(k), w1(k), w1(q), r1(q), r2(q), w2(q), w1(k), c1, r2(k), w2(k), c2
- Segundo muestro la historia solamente con las operaciones de lock/unlock:  
r1(k), w1(k), w1(q), u1(q), r1(q), w1(k), c1, r2(k), r2(q), w2(q), u1(k), r2(k), w2(k), u2(q), u2(k)
- H5: r1(k), r1(k), w1(k), w1(k), w1(q), w1(q), r1(q), u1(q), r1(q), r2(q), w2(q), w2(q), w1(k), u1(k), c1, r2(k), r2(k), w2(k), w2(k), u2(q), u2(k), c2
- Es recuperable por T2 lee de T1 pero T1 confirma primero.  
Es serializable, me lo asegura el protocolo 2PL básico.