



DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Práctico de Especificación

Análisis Habitacional Argentino

08/09/2021

Lc. Computación

Integrante	LU	Correo electrónico
Simon, Martino	374/21	martinosimon@gmail.com
Ramis, Ezequiel	881/21	ezequielramis.hello@gmail.com



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2610 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (++54 +11) 4576-3300

<http://www.exactas.uba.ar>

Índice

1. Auxiliares para base de datos y generales	2
2. Especificación	3
2.1. Ejercicio 1	3
2.2. Ejercicio 2	5
2.3. Ejercicio 3	5
2.4. Ejercicio 4	6
2.5. Ejercicio 5	7
2.6. Ejercicio 6	7
2.7. Ejercicio 7	7
2.8. Ejercicio 8	7
2.9. Ejercicio 9	8
2.10. Ejercicio 10	8
2.11. Ejercicio 11	9

1. Auxiliares para base de datos y generales

Antes de empezar con la especificación de procedimientos, vamos a definir auxiliares para acceder más declarativamente a los atributos de cada tabla, y para uso general:

```
/* Tabla Hogares */
```

```
aux @hogCodusu :  $\mathbb{Z}$  = ord(HOGCODUSU);
aux @hogAño :  $\mathbb{Z}$  = ord(HOGAÑO);
aux @hogTrimestre :  $\mathbb{Z}$  = ord(HOGTRIMESTRE);
aux @hogLatitud :  $\mathbb{Z}$  = ord(HOGLATITUD);
aux @hogLongitud :  $\mathbb{Z}$  = ord(HOGLONGITUD);
aux @ii7 :  $\mathbb{Z}$  = ord(II7);
aux @region :  $\mathbb{Z}$  = ord(REGION);
aux @mas500 :  $\mathbb{Z}$  = ord(MAS_500);
aux @iv1 :  $\mathbb{Z}$  = ord(IV1);
aux @iv2 :  $\mathbb{Z}$  = ord(IV2);
aux @ii2 :  $\mathbb{Z}$  = ord(II2);
aux @ii3 :  $\mathbb{Z}$  = ord(II3);
```

```
/* Tabla Personas */
```

```
aux @indCodusu :  $\mathbb{Z}$  = ord(INDCODUSU);
aux @componente :  $\mathbb{Z}$  = ord(COMPONENTE);
aux @indAño :  $\mathbb{Z}$  = ord(INDAÑO);
aux @indTrimestre :  $\mathbb{Z}$  = ord(INDTRIMESTRE);
aux @ch4 :  $\mathbb{Z}$  = ord(CH4);
aux @ch6 :  $\mathbb{Z}$  = ord(CH6);
aux @nivelEd :  $\mathbb{Z}$  = ord(NIVELED);
aux @estado :  $\mathbb{Z}$  = ord(ESTADO);
aux @cat0cup :  $\mathbb{Z}$  = ord(CATOCUP);
aux @p47t :  $\mathbb{Z}$  = ord(P47T);
aux @pp04g :  $\mathbb{Z}$  = ord(PP04G);
```

```
/* Varios */
```

```
aux #atributosHogar :  $\mathbb{Z}$  = 12;
aux #atributosPersona :  $\mathbb{Z}$  = 11;
aux #habitaciones (h: hogar) : dato = h[@iv2];
aux #dormitorios (h: hogar) : dato = h[@ii2];
aux #personasEnHogar (ti:  $eph_i$ , h: hogar) :  $\mathbb{Z}$  =  $\sum_{i \in ti}$  if personaEnHogar( $i, h$ ) then 1 else 0 fi;
pred esCasa (h: hogar) {
  h[@iv1] = 1
}
pred personaEnHogar (i: individuo, h: hogar) {
  i[@indCodusu] = h[@hogCodusu]
}
pred hogaresConTrimestresIguales (h: hogar, g: hogar) {
  h[@hogTrimestre] = g[@hogTrimestre]
}
```

2. Especificación

2.1. Ejercicio 1

```
proc esEncuestaVálida (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , out result: Bool) {  
  Pre {True}  
  Post {result = true  $\leftrightarrow$  encuestaValida(th, ti)}  
}  
  
pred encuestaValida (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {  
  esMatriz(th)  $\wedge$  esMatriz(ti)  $\wedge$   
  |th| > 0  $\wedge$  |ti| > 0  $\wedge$   
  esTablaCompleta(th, #atributosHogar)  $\wedge$  esTablaCompleta(ti, #atributosPersona)  $\wedge$   
   $\neg$ hayIndividuoSinHogar(th, ti)  $\wedge$   $\neg$ hayHogarSinIndividuo(th, ti)  $\wedge$   
   $\neg$ hayIndividuoRepetido(ti)  $\wedge$   $\neg$ hayHogarRepetido(th)  $\wedge$   
  mismaFechaDeRelevamiento(th, ti)  $\wedge$   
  todosHogaresConMenosDe21Integrantes(th, ti)  $\wedge$   
  todosHogaresConMasHabitacionesQueDormitorios(th)  $\wedge$   
  todosAtributosEnRango(th, ti)  $\wedge$   
  atributosValidos(th, ti)  
}  
  
pred esMatriz (s: seq<seq<dato>>) {  
  |s| > 0  $\longrightarrow_L \neg(\exists t : seq<dato>)$  (  
    (t  $\in$  s)  $\wedge$  |head(s)|  $\neq$  |t|  
  )  
}  
  
pred esTablaCompleta (s: seq<seq<dato>>, l:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  ( $\forall f : seq<dato>)$  (  
    f  $\in$  s  $\longrightarrow$  |f| = l  
  )  
}  
  
pred hayIndividuoSinHogar (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {  
  ( $\exists i : individuo$ ) (  
    i  $\in$  ti  $\wedge$   
     $\neg(\exists h : hogar)$  (  
      h  $\in$  th  $\wedge$  personaEnHogar(i, h)  
    )  
  )  
}  
  
pred hayHogarSinIndividuo (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {  
  ( $\exists h : hogar$ ) (  
    h  $\in$  th  $\wedge$   
     $\neg(\exists i : individuo)$  (  
      i  $\in$  ti  $\wedge$  personaEnHogar(i, h)  
    )  
  )  
}  
  
pred hayIndividuoRepetido (s:  $eph_i$ ) {  
  ( $\exists a, b : individuo$ ) (  
    (a  $\in$  s  $\wedge$  b  $\in$  s)  $\wedge$  a[@indCodusu] = b[@indCodusu]  $\wedge$  a[@componente] = b[@componente]  
  )  
}
```

```

}
pred hayHogarRepetido (s:  $eph_h$ ) {
  ( $\exists a, b : hogar$ ) (
    ( $a \in s \wedge b \in s$ )  $\wedge a[@hogCodusu] = b[@hogCodusu]$ 
  )
}
pred mismaFechaDeRelevamiento (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {
  ( $|th| > 0 \wedge |ti| > 0$ )  $\rightarrow_L$  (
    ( $\forall h : hogar$ ) (
       $h \in th \rightarrow$  (
         $h[@hogAño] = head(h)[@hogAño] \wedge$ 
 $hogaresConTrimestresIguales(h, head(th))$ 
      )
    )  $\wedge$ 
    ( $\forall i : individuo$ ) (
       $i \in ti \rightarrow$  (
         $i[@indAño] = head(th)[@hogAño] \wedge$ 
 $i[@indTrimestre] = head(th)[@hogTrimestre]$ 
      )
    )
  )
}
pred todosHogaresConMenosDe21Integrantes (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {
  ( $\forall h : hogar$ ) (
     $h \in th \rightarrow 21 > \#personasEnHogar(ti, h)$ 
  )
}
pred todosHogaresConMasHabitacionesQueDormitorios (th:  $eph_h$ ) {
  ( $\forall h : hogar$ ) (
     $h \in th \rightarrow \#habitaciones(h) \geq \#dormitorios(h)$ 
  )
}
pred todosAtributosEnRango (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {
  ( $\forall h : hogar$ ) (
     $1 \leq h[@ii7] \leq 3 \wedge$ 
 $1 \leq h[@region] \leq 6 \wedge$ 
 $0 \leq h[@mas500] \leq 1 \wedge$ 
 $1 \leq h[@iv1] \leq 5 \wedge$ 
 $1 \leq h[@ii3] \leq 2$ 
  )  $\wedge$ 
  ( $\forall i : individuo$ ) (
     $1 \leq i[@ch4] \leq 2 \wedge$ 
 $0 \leq i[@nivelEd] \leq 1 \wedge$ 
 $-1 \leq i[@estado] \leq 1 \wedge$ 
 $0 \leq i[@catOcup] \leq 4 \wedge$ 
 $1 \leq i[@pp04g] \leq 10 \wedge$ 
 $-1 \leq i[@p47t]$ 
  )
}
pred atributosValidos (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {
  ( $\forall h : hogar$ ) (

```

```

1800 ≤ h[@hogAño] ∧
1 ≤ h[@hogTrimestre] ≤ 4 ∧
1 ≤ #habitaciones(h) ∧
1 ≤ #dormitorios(h)
) ∧
(∀i : individuo) (
1 ≤ i[@componente] ∧
1800 ≤ i[@indAño] ∧
1 ≤ i[@indTrimestre] ≤ 4 ∧
0 ≤ i[@ch6]
)
}

```

2.2. Ejercicio 2

```

proc histHabitacional (in th: ephh, in ti: ephi, in region: ℤ, out res: seq(ℤ)) {
  Pre {encuestaValida(th, ti) ∧ 1 ≤ region ≤ 6 ∧ (∃h : hogar)(h ∈ th ∧ h[@region] = region ∧ esCasa(h))}
  Post {longitudDeHistograma(th, res) ∧L
        (∀i : ℤ)(0 ≤ i < |res| →L res[i] = #casaConNHabitacionesEnRegion(th, i + 1, region))
  }
}

aux #casaConNHabitacionesEnRegion (th: ephh, n: ℤ, r: dato) : ℤ =
  ∑h∈th if esCasa(h) ∧ #habitaciones(h) = n ∧ h[@region] = r then 1 else 0 fi
;

pred longitudDeHistograma (th: ephh, res: seq(ℤ)) {
  (∃h : hogar) (
    h ∈ th ∧ esCasa(h) ∧
    (∀g : hogar) (
      (g ∈ th ∧ esCasa(g)) → #habitaciones(h) ≥ #habitaciones(g)
    ) ∧
    #habitaciones(h) = |res|
  )
}

```

2.3. Ejercicio 3

```

proc laCasaEstaQuedandoChica (in th: ephh, in ti: ephi, out res: seq(ℝ)) {
  Pre {encuestaValida(th, ti) ∧L (∀reg : ℤ)(1 ≤ reg ≤ 6 →L #casasPorRegion(th, reg) > 0)}
  Post {|res| = 6 ∧L
        (∀i : ℤ) (
          0 ≤ i < |res| →L (
            0 ≤ res[i] ≤ 1 ∧
            res[i] = #casasCriticasPorRegion(th, ti, i + 1) / #casasPorRegion(th, i + 1)
          )
        )
  }
}

aux #casasPorRegion (th: ephh, r: ℤ) : ℤ = ∑h∈th if esCasa(h) ∧ h[@region] = r then 1 else 0 fi;
aux #casasCriticasPorRegion (th: ephh, ti: ephi, r: ℤ) : ℤ =
  ∑h∈th if esCasaCritica(h, ti) ∧ h[@region] = r then 1 else 0 fi

```

```

;
pred esCasaCritica (h: hogar, ti: ephi) {
  esCasa(h) ∧ esHacinamientoCritico(h, ti) ∧ ¬estaEnGranAgglomerado(h)
}
pred esHacinamientoCritico (h: hogar, ti: ephi) {
  #personasEnHogar(ti, h)/#dormitorios(h) > 3
}
pred estaEnGranAgglomerado (h: hogar) {
  h[@mas500] = 1
}

```

2.4. Ejercicio 4

```

proc creceElTeleworkingEnCiudadesGrandes (in t1h: ephh, in t1i: ephi, in t2h: ephh, in t2i: ephi, out res: Bool) {
  Pre {(encuestaValida(t1h, t1i) ∧ encuestaValida(t2h, t2i)) ∧L (
    esHogarConAñoPrevio(head(t1h), head(t2h)) ∧
    hogaresConTrimestresIguales(head(t1h), head(t2h))
  )}
  Post {res = true ↔ teleworkingEnCiudadesGrandes(t1h, t1i) < teleworkingEnCiudadesGrandes(t2h, t2i)}
}

pred esHogarConAñoPrevio (h: hogar, g: hogar) {
  h[@hogAño] < g[@hogAño]
}

aux teleworkingEnCiudadesGrandes (th: ephh, ti: ephi) : ℝ =
  #personasTrabajandoADistanciaEnCiudadesGrandes(th, ti)/#personasTrabajandoEnCiudadesGrandes(th, ti)
;
aux #personasTrabajandoADistanciaEnCiudadesGrandes (th: ephh, ti: ephi) : ℤ =
  ∑i∈ti if viveEnHogarAptoParaTeleworking(i, th) ∧ trabajaADistancia(i) then 1 else 0 fi
;
aux #personasTrabajandoEnCiudadesGrandes (th: ephh, ti: ephi) : ℤ =
  ∑i∈ti if viveEnCiudadGrande(i, th) ∧ trabaja(i) then 1 else 0 fi
;
pred viveEnHogarAptoParaTeleworking (i: individuo, th: ephh) {
  (∃h : hogar) (
    h ∈ th ∧
    personaEnHogar(i, h) ∧ h[@mas500] = 1 ∧ h[@ii3] = 1 ∧ (h[@iv1] = 1 ∨ h[@iv1] = 2)
  )
}
pred trabajaADistancia (i: individuo) {
  i[@pp04g] = 6 ∧ trabaja(i)
}
pred trabaja (i: individuo) {
  i[@estado] = 1
}
pred viveEnCiudadGrande (i: individuo, th: ephh) {
  (∃h : hogar) (
    h ∈ th ∧
    personaEnHogar(i, h) ∧ h[@mas500] = 1
  )
}

```

2.5. Ejercicio 5

```

proc costoSubsidioMejora (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , in monto:  $\mathbb{Z}$ , out res:  $\mathbb{Z}$ ) {
  Pre { $encuestaValida(th, ti) \wedge monto > 0$ }
  Post { $res = \sum_{h \in th} \text{if } esHogarSubsidiado(h, ti) \text{ then } monto \text{ else } 0 \text{ fi}$ }
}

pred esHogarSubsidiado (h: hogar, ti:  $eph_i$ ) {
   $esCasa(h) \wedge h[@ii7] = 1 \wedge \#dormitorios(h) < \#personasEnHogar(ti, h) - 2$ 
}

```

2.6. Ejercicio 6

```

proc generarJoin (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , out junta:  $joinHI$ ) {
  Pre { $encuestaValida(th, ti)$ }
  Post { $(\forall hi : hogar \times individuo)($ 
     $hi \in junta \longrightarrow ($ 
       $hi_0 \in th \wedge hi_1 \in ti \wedge_L hi_0[@hogCodusu] = hi_1[@indCodusu]$ 
     $)$ 
   $)$  }
}

```

2.7. Ejercicio 7

```

proc ordenarRegionYTipo (inout th:  $eph_h$ , inout ti:  $eph_i$ ) {
  Pre { $encuestaValida(th, ti) \wedge th = TH \wedge ti = TI$ }
  Post {
     $|th| = |TH| \wedge |ti| = |TI| \wedge_L$ 
     $(\forall h : hogar)(h \in th \leftrightarrow h \in TH) \wedge$ 
     $(\forall i : individuo)(i \in ti \leftrightarrow i \in TI) \wedge$ 
     $hogaresOrdenados(th) \wedge individuosOrdenados(th, ti)$ 
  }
}

pred hogaresOrdenados (th:  $eph_h$ ) {
   $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |th| - 1 \longrightarrow_L ($ 
     $th[i][@region] \leq th[i+1][@region] \wedge$ 
     $(th[i][@region] = th[i+1][@region] \longrightarrow th[i][@hogCodusu] < th[i+1][@hogCodusu])$ 
   $)$ 
}

/* Falta punto 1) */
pred individuosOrdenados (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {
   $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |ti| - 1 \longrightarrow_L$ 
     $ti[i][@indCodusu] = ti[i+1][@indCodusu] \longrightarrow ti[i][@componente] < ti[i+1][@componente]$ 
   $)$ 
}

```

2.8. Ejercicio 8

```

proc muestraHomogenea (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , out res:  $seq\langle hogar \rangle$ ) {
  Pre { $encuestaValida(th, ti)$ }
  Post { $(\exists s : seq\langle hogar \rangle) ($ 

```



```

    esHomogenea(s, th, ti) ∧
    (∀t : seq⟨hogar⟩)(esHomogenea(t, th, ti) → |s| ≥ |t|) ∧ (
        (|s| < 3 → res = <>) ∧
        (|s| ≥ 3 → res = s)
    )
  })
}

pred esHomogenea (s: seq⟨hogar⟩, th: ephh, ti: ephi) {
  mismaDiferencia(s) ∧ ordenadaPorIngresos(s, ti) ∧ (∀h : hogar)(h ∈ s → h ∈ th)
}

pred mismaDiferencia (s: seq⟨hogar⟩) {
  (∀i : ℤ)(1 ≤ i < |s| - 1 →L diferenciaDeIngresos(s[i], s[i - 1], ti) = diferenciaDeIngresos(s[i], s[i + 1], ti))
}

pred ordenadaPorIngresos (s: seq⟨hogar⟩, ti: ephi) {
  (∀i : ℤ)(0 ≤ i < |s| - 1 →L ingresosEnHogar(s[i], ti) ≤ ingresosEnHogar(s[i + 1], ti))
}

aux diferenciaDeIngresos (a, b: hogar, ti: ephi) : ℤ = |ingresosEnHogar(a, ti) - ingresosEnHogar(b, ti)|;
aux ingresosEnHogar (h: hogar, ti: ephi) : ℤ =
  ∑i=0|ti|-1 if personaEnHogar(ti[i], h) ∧ ti[i][@p47T] ≠ -1 then ti[i][@p47T] else 0 fi
;

```

2.9. Ejercicio 9

```

proc corregirRegion (inout th: ephh, in ti: ephi) {
  Pre { encuestaValida(th, ti) ∧ th = TH }
  Post { |th| = |TH| ∧L (∀i : ℤ)(0 ≤ i < |th| →L
    (TH[i][@region] = 1 →
      th[i][@region] = 5 ∧
      th[i][@hogCodusu] = TH[i][@hogCodusu] ∧
      th[i][@hogAño] = TH[i][@hogAño] ∧
      th[i][@hogTrimestre] = TH[i][@hogTrimestre] ∧
      th[i][@hogLatitud] = TH[i][@hogLatitud] ∧
      th[i][@hogLongitud] = TH[i][@hogLongitud] ∧
      th[i][@ii7] = TH[i][@ii7] ∧
      th[i][@mas500] = TH[i][@mas500] ∧
      th[i][iv1] = TH[i][iv1] ∧
      th[i][iv2] = TH[i][iv2] ∧
      th[i][@ii2] = TH[i][@ii2] ∧
      th[i][@ii3] = TH[i][@ii3]
    ) ∧
    (TH[i][@region] ≠ 1 → th[i] = TH[i])
  ) }
}

```

2.10. Ejercicio 10

```

proc histogramaDeAnillosConcentricos (in th: ephh, in centro: ℤ × ℤ, in distancias: seq⟨ℤ⟩, out result: seq⟨ℤ⟩) {
  Pre {
    |distancias| > 0 ∧
    (∀i : ℤ)(0 ≤ i < |distancias| - 1 →L 0 < distancias[i] < distancias[i + 1])
  }
}

```

```

}
Post { $|result| = |distancias| \wedge_L$ 
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ ) (
     $0 \leq i < |result| \longrightarrow_L$  (
      ( $i = 0 \longrightarrow res[i] = hogaresEnRadio(th, centro, -1, distancias[0])$ )  $\wedge$ 
      ( $i \neq 0 \longrightarrow res[i] = hogaresEnRadio(th, centro, distancias[i - 1], distancias[i])$ )
    )
  )
}
}

aux hogaresEnRadio (th:  $eph_h$ , centro:  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ , desde:  $\mathbb{Z}$ , hasta:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
   $\sum_{j=0}^{|th|-1}$  if  $desde < distanciaEuclidiana(centro, (th[j][@hogLatitud], th[j][@hogLongitud])) \leq hasta$  then 1 else 0 fi
;
aux distanciaEuclidiana (c1, c2:  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{R} = \sqrt{(c2_0 - c1_0)^2 + (c2_1 - c1_1)^2}$ ;

```

2.11. Ejercicio 11

```

proc quitarIndividuos (inout th:  $eph_h$ , inout ti:  $eph_i$ , in busqueda:  $seq\langle ItemIndividuo \times dato \rangle$ , out result:  $eph_h \times eph_i$ )
{
  Pre { $encuestaValida(th, ti) \wedge busquedaValida(busqueda) \wedge th = TH \wedge ti = TI$ }
  Post { $0 \leq |th| \leq |TH| \wedge 0 \leq |ti| \leq |TI| \wedge |result| = |TI| - |ti| \wedge_L$ 
    ( $\forall h : hogar$ ) (
      ( $h \in TH \wedge hogarLlenoDeCoincidentes(TI, h, busqueda)$ )  $\leftrightarrow$  ( $h \in result_0 \wedge h \notin th$ )
    )  $\wedge$ 
    ( $\forall i : individuo$ ) (
      ( $i \in TI \wedge coincideConTerminos(i, busqueda)$ )  $\leftrightarrow$  ( $i \in result_1 \wedge i \notin ti$ )
    )
  }
}

aux #personasEnHogarCoincidentes (ti:  $eph_i$ , h: hogar, busqueda:  $seq\langle ItemIndividuo \times dato \rangle$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
   $\sum_{j=0}^{|ti|-1}$  if  $personaEnHogar(ti[j], h) \wedge coincideConTerminos(ti[j], busqueda)$  then 1 else 0 fi
;
pred hogarLlenoDeCoincidentes (ti:  $eph_i$ , h: hogar, busqueda:  $seq\langle ItemIndividuo \times dato \rangle$ ) {
  #personasEnHogar(ti, h) = #personasEnHogarCoincidentes(ti, h, busqueda)
}

pred busquedaValida (busqueda:  $seq\langle ItemIndividuo \times dato \rangle$ ) {
  ( $\forall b : ItemIndividuo \times dato$ ) (
     $b \in busqueda \longrightarrow def(ord(b_0))$ 
  )  $\wedge_L$ 
   $\neg(\exists i, j : \mathbb{Z})$  (
     $0 \leq i, j < |busqueda| \wedge i \neq j \wedge_L ord(busqueda[i]_0) = ord(busqueda[j]_0)$ 
  )
}

pred coincideConTerminos (i : individuo, busqueda:  $seq\langle ItemIndividuo \times dato \rangle$ ) {
  ( $\forall t : \mathbb{Z}$ ) (
     $0 \leq t < |busqueda| \longrightarrow_L i[ord(busqueda[t]_0)] = busqueda[t]_1$ 
  )
}

```