

TPE OJOTA (Organización de Juegos Olímpicos Tp de Algoritmos 1) v1.0

1. Tipos

```
tipo Deporte = String;  
tipo Pais = String;  
tipo Sexo = Femenino, Masculino;
```

2. Atleta

```
tipo Atleta {  
  observador nombre (a: Atleta) : String;  
  observador sexo (a: Atleta) : Sexo;  
  observador añoNacimiento (a: Atleta) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador nacionalidad (a: Atleta) : Pais;  
  observador ciaNumber (a: Atleta) :  $\mathbb{Z}$ ;  
  observador deportes (a: Atleta) : [Deporte];  
  observador capacidad (a: Atleta, d: Deporte) :  $\mathbb{Z}$ ;  
    requiere  $d \in \text{deportes}(a)$ ;  
  
  invariante  $|\text{deportes}(a)| > 0$ ;  
  invariante  $\text{sinRepetidos}(\text{deportes}(a))$ ;  
  invariante  $\text{ordenada}(\text{deportes}(a))$ ;  
  invariante  $\text{capacidadEnRango} : (\forall d \leftarrow \text{deportes}(a)) 0 \leq \text{capacidad}(a, d) \leq 100$ ;  
}  
  
problema especialidad (a: Atleta) = res : Deporte {  
  asegura  $\text{res} \in \text{deportes}(a)$ ;  
  asegura  $\text{capacidad}(a, \text{res}) == \text{maximoLista}(\text{listarCapacidades}(a))$ ;  
  aux listarCapacidades (a: Atleta) : [ $\mathbb{Z}$ ] =  $[\text{capacidad}(a, x) | x \leftarrow \text{deportes}(a)]$ ;  
  aux maximoLista (ls: [ $\mathbb{Z}$ ]) :  $\mathbb{Z}$  =  $[x | x \leftarrow \text{ls}, (\forall y \leftarrow \text{ls}) x \geq y][0]$ ;  
}  
  
problema entrenarNuevoDeporte (a: Atleta, d: Deporte, c:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  requiere  $c \geq 0 \wedge c \leq 100$ ;  
  requiere  $d \notin \text{deportes}(a)$ ;  
  modifica  $a$ ;  
  asegura  $\text{nombre}(a) == \text{nombre}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{sexo}(a) == \text{sexo}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{anoNacimiento}(a) == \text{anoNacimiento}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{nacionalidad}(a) == \text{nacionalidad}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $\text{ciaNumber}(a) == \text{ciaNumber}(\text{pre}(a))$ ;  
  asegura  $(\forall d' \leftarrow \text{deportes}(\text{pre}(a))) \text{capacidad}(a, d') == \text{capacidad}(\text{pre}(a), d')$ ;  
  asegura  $\text{mismos}(\text{deportes}(a), d : \text{deportes}(\text{pre}(a)))$ ;  
  asegura  $\text{ordenada}(\text{deportes}(a))$ ;  
  asegura  $\text{capacidad}(a, d) == c$ ;  
}
```

3. Competencia

```
tipo Competencia {  
  observador categoria (c: Competencia) : (Deporte, Sexo);  
  observador participantes (c: Competencia) : [Atleta];  
  observador finalizada (c: Competencia) : Bool;
```

```

observador ranking (c: Competencia) : [Atleta];
  requiere finalizada(c);
observador lesTocoControlAntiDoping (c: Competencia) : [Atleta];
  requiere finalizada(c);
observador leDioPositivo (c: Competencia, a: Atleta) : Bool;
  requiere finalizada(c)  $\wedge$   $a \in lesTocoControlAntiDoping(c)$ ;

invariante participaUnaSolaVez :  $sinRepetidos(ciaNumbers(participantes(c)))$ ;
invariante participantesPerteneceenACat :
   $(\forall p \leftarrow participantes(c)) prm(categoria(c)) \in deportes(p) \wedge sgd(categoria(c)) == sexo(p)$ ;
invariante elRankingEsDeParticipantesYNoHayRepetidos :
   $finalizada(c) \Rightarrow incluida(ranking(c), participantes(c))$ ;
invariante seControlanParticipantesYNoHayRepetidos :
   $finalizada(c) \Rightarrow incluida(lesTocoControlAntiDoping(c), participantes(c))$ ;
}

problema finalizarCompetencia (c: Competencia, posiciones: [Atleta], control: [(Atleta, Bool)]) {
  requiere  $\neg finalizada(c)$ ;
  requiere contenida(posiciones, participantes(c));
  requiere  $sinRepetidos(posiciones)$ ;
  requiere  $(\forall x \leftarrow control) prm(x) \in participantes(c)$ ;
  requiere  $sinRepetidos([prm(x)|x \leftarrow control])$ ;
  modifica c;
  asegura finalizada(c);
  asegura  $ranking(c) == posiciones$ ;
  asegura  $participantes(c) == participantes(pre(c))$ ;
  asegura  $mismos(lesTocoControlAntiDoping(c), [prm(x)|x \leftarrow control])$ ;
  asegura  $(\forall x \leftarrow control) leDioPositivo(prm(x)) == sgn(x)$ ;
  asegura  $categoria(c) == categoria(pre(c))$ ;
}

problema linfordChristie (c: Competencia, a: Atleta) {
  requiere  $\neg finalizada(c)$ ;
  requiere  $a \in participantes(c)$ ;
  modifica c;
  asegura  $mismos(participantes(pre(c)), a : participantes(c))$ ;
  asegura  $categoria(c) == categoria(pre(c))$ ;
  asegura  $\neg finalizada(c)$ ;
}

problema gananLosMasCapaces (c: Competencia) = res : Bool {
  requiere finalizada(c);
  asegura  $res == (\forall x \leftarrow [0..|ranking(c)| - 2])$ 
     $capacidad(ranking(c)[x], prm(categoria(c))) \geq capacidad(ranking(c)[x + 1], prm(categoria(c)))$ ;
}

problema sancionarTramposos (c: Competencia) {
  requiere finalizada(c);
  modifica c;
  asegura finalizada(c);
  asegura  $categoria(c) == categoria(pre(c))$ ;
  asegura  $mismos(participantes(c), participantes(pre(c)))$ ;
  asegura  $incluida(ranking(c), participantes(c))$ ;
  asegura  $incluida(lesTocoControlAntiDoping(c), participantes(c))$ ;
  asegura  $mismos(ranking(pre(c)), ranking(c) + listaDoping(c, lesTocoControlAntiDoping(c)))$ ;
  asegura  $ranking == [el|el \leftarrow ranking(pre(c)), el \notin listaDoping(c, lesTocoControlAntiDoping(c))]$ ;
  aux listaDoping (c:competencia, a:[atleta]) : [atleta] =  $[x|x \leftarrow a, leDioPositivo(c, x)]$ ;
}

```

4. JJOO

```

tipo JJOO {
  observador año (j: JJOO) :  $\mathbb{Z}$ ;

```

```

observador atletas (j: JJO) : [Atleta];
observador cantDias (j: JJO) :  $\mathbb{Z}$ ;
observador cronograma (j: JJO, dia:  $\mathbb{Z}$ ) : [Competencia];
    requiere  $1 \leq \text{dia} \leq \text{cantDias}(j)$ ;
observador jornadaActual (j: JJO) :  $\mathbb{Z}$ ;

invariante atletasUnicos : sinRepetidos(ciaNumbers(atletas(j)));
invariante unaDeCadaCategoria :  $(\forall i, k \leftarrow [0..|\text{competencias}(j)|], i \neq k)$ 
    categoria(competencias(j)i)  $\neq$  categoria(competencias(j)k);
invariante competidoresInscriptos :  $(\forall c \leftarrow \text{competencias}(j))$  incluida(participantes(c), atletas(j));
invariante jornadaValida :  $1 \leq \text{jornadaActual}(j) \leq \text{cantDias}(j)$ ;
invariante finalizadasSiiYaPasoElDia : lasPasadasFinalizaron(j)  $\wedge$  lasQueNoPasaronNoFinalizaron(j);
}

problema dePaseo (j: JJO) = res : [Atleta] {
    asegura mismos(res, noParticiparon(j));
    aux noParticiparon (j: JJO) : [Atleta] =  $[x | x \leftarrow \text{atletas}(j), \neg \text{en}(x, \text{participaronConRepes}(j))]$ ;
    aux participaronConRepes (j: JJO) : [Atleta] =  $[\text{atl} | \text{dia} \leftarrow [1..\text{cantDias}(j)], \text{comp} \leftarrow \text{cronograma}(j, \text{dia}), \text{atl} \leftarrow$ 
         $\text{atletas}(j), \text{en}(\text{atl}, \text{participantes}(\text{comp}))]$ ;
}

problema medallero (j: JJO) = res : [(Pais,  $\mathbb{Z}$ )] {
    asegura mismos(result, sacarSinMedallas(crearMedallero(j)));
    asegura medalleroOrdenado(result);
    aux listaNacionalidadesAtletas (j: JJO) : [Pais] =  $[\text{nacionalidad}(\text{at}) | \text{at} \leftarrow \text{atletas}(j)]$ ;
    aux sacarRepeticiones (ls : [T]) : [T] =  $[\text{ls}[x] | x \leftarrow [0..|\text{ls}| - 1], \neg \text{en}(\text{ls}[x], \text{ls}[0..x - 1])]$ ;
    aux listaPaises (j: JJO) : [Pais] = sacarRepeticiones(listaNacionalidadesAtletas(j));
    aux cuenta (x: T, a: [T]) :  $\mathbb{Z}$  =  $|\{y | y \leftarrow a, y == x\}|$ ;
    aux nacionalidadPrimerosTres (c: Competencia) : [Pais] =
        ifthenelse( $i \leq |\text{ranking}(c)| - 1$ , nacionalidad(ranking(c)[i]), "Narnia") |  $i \leftarrow [0, 2]$ ;
    aux ganadoresMTotales (M:  $\mathbb{Z}$ , j: JJO) : [Pais] =
         $[\text{nacionalidadPrimerosTres}(c)[M] | \text{dia} \leftarrow [1..\text{jornadaActual}(j)], c \leftarrow \text{cronograma}(j, \text{dia}), \text{finalizada}(c)]$ ;
    aux crearMedallero (j: JJO) : [(Pais,  $\mathbb{Z}$ )] =
         $[(p, [\text{cuenta}(p, \text{ganadoresMTotales}(0, j)), \text{cuenta}(p, \text{ganadoresMTotales}(1, j)),$ 
             $\text{cuenta}(p, \text{ganadoresMTotales}(2, j))]) | p \leftarrow \text{listaPaises}(j)]$ ;
    aux sacarSinMedallas (lista : [(Pais,  $\mathbb{Z}$ )] : [(Pais,  $\mathbb{Z}$ )] =  $[x | x \leftarrow \text{lista}, \text{sgn}(x) \neq [0, 0, 0]]$ ;
    aux medalleroOrdenado (lista : [(Pais,  $\mathbb{Z}$ )] : Bool =
         $(\forall x \leftarrow [0..|\text{lista}| - 2])((\text{sgd}(\text{lista}[x])[0] \geq \text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[0])$ 
             $\vee ((\text{sgd}(\text{lista}[x])[0] == \text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[0]) \wedge (\text{sgd}(\text{lista}[x])[1] \geq \text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[1]))$ 
             $\vee ((\text{sgd}(\text{lista}[x])[0] == \text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[0]) \wedge (\text{sgd}(\text{lista}[x])[1] == \text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[1]) \wedge (\text{sgd}(\text{lista}[x])[2] \geq$ 
             $\text{sgd}(\text{lista}[x + 1])[2])))$ ;
}

problema boicotPorDisciplina (j: JJO, cat: (Deporte, Sexo), p: Pais) = res :  $\mathbb{Z}$  {
    requiere existe( $c \leftarrow \text{todasLasCompetencias}(j)$ ) categoria(c) == cat;
    requiere finalizada(competenciaFiltrada(j, cat)) == false;
    // asumimos que se saca a los participantes antes de finalizar la competencia
    modifica j;
    asegura finalizada(competenciaFiltrada(j, cat)) == finalizada(competenciaFiltrada(pre(j), cat));
    asegura ano(j) == ano(pre(j));
    asegura mismos(atletas(j), atletas(pre(j)));
    asegura cantDias(j) == cantDias(pre(j));
    asegura jornadaActual(j) == jornadaActual(pre(j));
    asegura  $(\forall \text{dia} \leftarrow [1..\text{cantDias}(j)])$ 
         $|\text{cronograma}(j, \text{dia})| == |\text{cronograma}(\text{pre}(j), \text{dia})|$ ;
    asegura  $(\forall \text{dia} \leftarrow [1..\text{cantDias}(j)])(\forall (x \leftarrow [1..(\text{long}(\text{cronograma}(j, \text{dia})) - 1])))$ 
         $((\text{cronograma}(j, \text{dia})[x] == \text{cronograma}(\text{pre}(j), \text{dia})[x])$ 
             $\vee (\text{categoria}(\text{cronograma}(j, \text{dia})[x]) == (\text{categoria}(\text{cronograma}(\text{pre}(j), \text{dia})[x])))$ 
             $\wedge (\text{categoria}(\text{cronograma}(j, \text{dia})[x]) == \text{cat}))$ ;
    asegura  $(\forall \text{comp} \leftarrow \text{todasLasCompetencias}(j), \text{categoria}(\text{comp}) == \text{cat})$ 
         $(\forall (\text{atl} \leftarrow \text{participantes}(\text{comp})) \text{nacionalidad}(\text{atl}) \neq p$ ;
    asegura mismos(participantes(competenciaFiltrada(j, cat)),
         $[x | x \leftarrow \text{participantes}(\text{competenciaFiltrada}(\text{pre}(j), \text{cat})), \text{nacionalidad}(x) \neq p]$ );
}

```

```

asegura res == [|x|comp ← todasLasCompetencias(pre(j)),
  x ← participantes(comp), (categoria(comp) == cat ∧ nacionalidad(x) == p)]];
aux todasLasCompetencias (j:JJO) : [competencia] = [x|y ← [1..cantDIas(j)], x ← cronogramas(j,y)];
aux competenciaFiltrada (j:JJO, c:(deporte,sexo)) : competencia =
  cab([x|x ← todasLasCompetencias(j), c == categoria(x)]);
}

problema losMasFracasados (j: JJO, p: Pais) = res : [Atleta] {
  asegura noGanaronMedallas : (∀x ← [noGanoMedallas(atl, comp)
    |atl ← result, comp ← todasLasCompetencias(j), finalizada(comp)]x);
  asegura todosDelPais : (∀x ← result)nacionalidad(x) == p;
  asegura (∀x ← result, y ← atletas(j), nacionalidad(y) == p)
    competenciasEnLasQueParticipo(j, x) >= competenciasEnLasQueParticipo(j, y);
  aux competenciasEnLasQueParticipo (j: JJO, a:Atleta) : ℤ =
    long([z|z ← todasLasCompetencias(j), en(a, participantes(z))]);
  aux noGanoMedallas (atl: Atleta, comp: Competencia) : Bool =
    ciaNumber(ranking(comp)[0]) ≠ ciaNumber(atl) ∧ ciaNumber(ranking(comp)[1]) ≠ ciaNumber(atl)
    ∧ ciaNumber(ranking(comp)[2]) ≠ ciaNumber(atl);
}

problema liuSong (j: JJO, a: Atleta, p: País) {
  requiere a ∈ atletas(j);
  modifica j;
  asegura ano(j) == ano(pre(j));
  asegura (∀i ← [0..|atletas(pre(j))| - 1], atletas(pre(j))i! = a)atletas(pre(j))i == atletas(j)i;
  asegura (∀x ← atletas(j), ciaNumber(x) == ciaNumber(a))
    (nombre(x) == nombre(a) ∧ sexo(x) == sexo(a) ∧ añoNacimiento(x) == añoNacimiento(a)
    ∧ nacionalidad(x) == p ∧ deportes(x) == deportes(a) ∧ capacidad(x) == capacidad(a));
  asegura cantDias(j) == cantDias(pre(j));
  asegura jornadaActual(j) == jornadaActual(pre(j));
  asegura (∀d ← [1..cantDias(j)]|cronograma(d, j)| == |cronograma(d, pre(j))|
    ∧ (∀i ← [0..|cronograma(d, j)| - 1])
    categoria(cronograma(d, j)[i]) == categoria(cronograma(d, pre(j))[i])
    ∧ finalizada(cronograma(d, j)[i]) == finalizada(cronograma(d, pre(j))[i]);
  asegura todosIgualesMenosLiuSong(partComp(j), partComp(pre(j)));
  asegura todoIgualMenosNacionalidad(partComp(j));
  asegura todosIgualesMenosLiuSong(rankComp(j), rankComp(pre(j)));
  asegura todoIgualMenosNacionalidad(rankComp(j));
  asegura todosIgualesMenosLiuSong(doppComp(j), doppComp(pre(j)));
  asegura todoIgualMenosNacionalidad(doppComp(j));
  asegura ∀(dia ← [1..jornadaActual(j)], comp ← [0..|cronograma(j, dia) - 1|], finalizada(cronograma(j, dia)))
    leDioPositivo(cronograma(j, dia)[comp], atl) == leDioPositivo(cronograma(pre(j), dia)[comp], atl);
  aux rankComp (j: JJO) : [Atleta] =
    [atl|dia ← [1..cantDias(j)], comp ← cronograma(j, dia), atl ← ranking(comp), finalizada(comp)];
  aux doppComp (j: JJO) : [Atleta] =
    [atl|dia ← [1..cantDias(j)], comp ← cronograma(j, dia), atl ← lesTocoControlAntiDopping(comp), finalizada(comp)];
  aux partComp (j: JJO) : [Atleta] =
    [atl|dia ← [1..cantDias(j)], comp ← cronograma(j, dia), atl ← participantes(comp)];
  aux todosIgualesMenosLiuSong (ls : [Atleta], lsOld : [Atleta]) : Bool =
    ∀(x ← [0..|ls| - 1])(ls[x] == lsOld[x] ∨ ciaNumber(ls) == ciaNumber(a));
  aux todoIgualMenosNacionalidad (ls: [Atleta]) : Bool =
    ∀(x ← ls, ciaNumber(x) == ciaNumber(a))(nombre(x) == nombre(a) ∧ sexo(x) == sexo(a)
    ∧ anoNacimiento(x) == anoNacimiento(a) ∧ nacionalidad(x) == p ∧ deportes(x) == deportes(a)
    ∧ capacidad(x) == capacidad(a));
}

problema stevenBradbury (j: JJO) = res : Atleta {
  //Requiere que al menos una competencia ya haya finalizado (y, por lo tanto, se haya entregado un oro)
  requiere algunOro : long([comp|comp ← todasLasCompetencias(j), finalizada(comp) ∧ |ranking(comp)| >
    0]) > 0;
  //Asegura que result haya ganado un oro
  asegura ganoOro : existe(f ← [ranking(comp)[0]|comp ← todasLasCompetencias(j), finalizada(comp) ∧
    |ranking(comp)| > 0])ciaNumber(result) == ciaNumber(f);
}

```

```

//Asegura que entre todos los ganadores de oro, el result es el que tiene la menor habilidad en alguna de las medallas
que gano.
asegura esElPeor : existe(dep ← deportesEnLosQueGano(j, result))paraTodo(f ← [ranking(comp)[0]|comp ←
todasLasCompetencias(j), finalizada(comp) ∧ |ranking(comp)| > 0])capacidad(result, dep) ≤ capacidad(f, prm(cate
aux deportesEnLosQueGanoOro (j: JJOO, a: Atleta) : [Deportes] = [prm(categoria(comp))|comp ← todasLasCompetencia
|ranking(comp)| > 0 ∧ ciaNumber(ranking(comp)[0]) == ciaNumber(a)] ;
}

problema uyOrdenadoAsíHayUnPatrón (j: JJOO) = res : Bool {
}

problema sequiaOlimpica (j: JJOO) = res : [País] {
asegura (∀p ← result)sequiaPais(j, p) == maximaSequia(j) ;
asegura (∀p ← listaPaisesConSequia(j), sequiaPais(j, p) == maximaSequia(j))p ∈ result ;
aux sequiaPais (j:JJOO, p:pais) : ℤ =
cerosSeguidos([ganoEnElDia(j, dia, p)|dia ← [1..cantDias(j)]]);
aux ganoEnElDia (j: JJOO, dia: ℤ, pais: Pais) : Bool =
[|1|c ← cronograma(j, dia), en(pais, paisesQueGanaronCompetencia(c))|] > 0 ;
aux listaPaisesConSequia (j: JJOO) : [(Pais, Int)] = [(p, sequiaPais(j, p))|p ← listaPaises(j)] ;
aux maximaSequia (j: JJOO) : ℤ = maximoLista([sequiaPais(j, p)|p ← listaPaises(j)]);
aux paisesQueGanaronCompetencia (c:Competencia) : [paises] =
[pais(ranking(c)[a])|a ← [0..|ranking(c)| - 1], a ≤ 2];
aux generoTodosLosParesCeroComaUno (ls:[Bool]) : [(ℤ,ℤ)] =
[(c, c1)|c ← [0..|ls| - 1], c1 ← [c..|ls| - 1], ls[c] == False ∧ ls[c1] == True];
aux uniqPrmLista (ls:[(ℤ,ℤ)]) : [(ℤ,ℤ)] =
[ls(i)|i ← [0..|ls| - 1], j ← [0..|ls| - 1], i ≠ j, prm(ls[i]) ≠ prm(ls[j])];
aux uniqSgdLista (ls:[(ℤ,ℤ)]) : [(ℤ,ℤ)] =
[ls(i)|i ← [0..|ls| - 1], j ← [0..|ls| - 1], i ≠ j, sgd(ls[i]) ≠ sgd(ls[j])];
aux diferenciaPrmSgd (ls:[(ℤ,ℤ)]) : [ℤ] = [sgd(el) - prm(el)|el ← ls];
aux cerosSeguidos (ls:[Bool]) : ℤ =
max(diferenciaPrmSgd(uniqSgdLista(uniqPrmLista(generoTodosLosParesCeroComaUno(ls))))) ;
}

problema transcurrirDia (j: JJOO) {
modifica j ;
asegura cantDias(j) == cantDias(pre(j)) ;
asegura jornadaActual(j) == jornadaActual(pre(j)) + 1 ;
asegura año(j) == año(pre(j)) ;
asegura mismos(atletas(j), atletas(pre(j))) ;
asegura (∀dia ← [1..jornadaActual(j) - 1])
mismos(cronograma(j, dia), cronograma(pre(j), dia)) ;
asegura |cronograma(j, jornadaActual(j))| == |cronograma(pre(j), jornadaActual(j))| ;
asegura (∀i ← [0, |cronograma(j, jornadaActual(j))| - 1])
categoria(cronograma(j, jornadaActual(j))[i]) == categoria(cronograma(pre(j), jornadaActual(j))[i]) ;
asegura (∀i ← [0, |cronograma(j, jornadaActual(j))| - 1])
mismos(participantes(cronograma(j, jornadaActual(j))[i]),
participantes(cronograma(pre(j), jornadaActual(j))[i])) ;
asegura (∀c ← cronograma(j, jornadaActual(j)))
finalizada(c) == True ∧ incluida(ranking(c), participantes(c))
∧ (∀x ← [0..|ranking(c)| - 2])capacidadEnOrden(x, c) ;
asegura asegura(∀c ← cronograma(j, jornadaActual(j)))
(|lesTocoControlAntiDoping(c)| == 1 ∧ lesTocoControlAntiDoping(c)[0] ∈ atletas(c))
∨ (|lesTocoControlAntiDoping(c)| == 0 ∧ |atletas(c)| == 0) ;
asegura (∀c ← cronograma(j, jornadaActual(j)))
|listaDoping(c, atletas(c))| * 20 ≤
Σ([long(lesTocoControlAntiDoping(comp))|comp ← cronograma(j, jornadaActual(j))]) ;
aux capacidadEnOrden (x: ℤ, c:Competencia) : Bool =
capacidad(ranking(c)[x], prm(categoria(c))) ≥ capacidad(ranking(c)[x + 1], prm(categoria(c))) ;
aux listaDoping (c:Competencia, a:[Atleta]) : [Atleta] = [x|x ← a, leDioPositivo(c, x)] ;
}

```

5. Auxiliares

```
aux ciaNumbers (as: [Atleta]) : [Z] = [ciaNumber(a) | a ← as];  
aux competencias (j: JJOO) : [Competencia] = [c | d ← [1..cantDias(j)], c ← cronograma(j, d)];  
aux incluida (l1, l2: [T]) : Bool = (∀ x ← l1) cuenta(x, l1) ≤ cuenta(x, l2);  
aux lasPasadasFinalizaron (j: JJOO) : Bool = (∀ d ← [1..jornadaActual(j)]) (∀ c ← cronograma(j, d)) finalizada(c);  
aux lasQueNoPasaronNoFinalizaron (j: JJOO) : Bool =  
(∀ d ← (jornadaActual(j)..cantDias(j))) (∀ c ← cronograma(j, d)) ¬ finalizada(c);  
aux ordenada (l: [T]) : Bool = (∀ i ← [0..|l| - 1]) li ≤ li+1;  
aux sinRepetidos (l: [T]) : Bool = (∀ i, j ← [0..|l|], i ≠ j) li ≠ lj;
```